C 4460 E

Populäre Elektronik

3/79 März 1979

DM 3,-/sfr 3,50/ lfr 53,-/ ös 25,-

7 Tage mit Goliath
Für jeden Tag eine LED

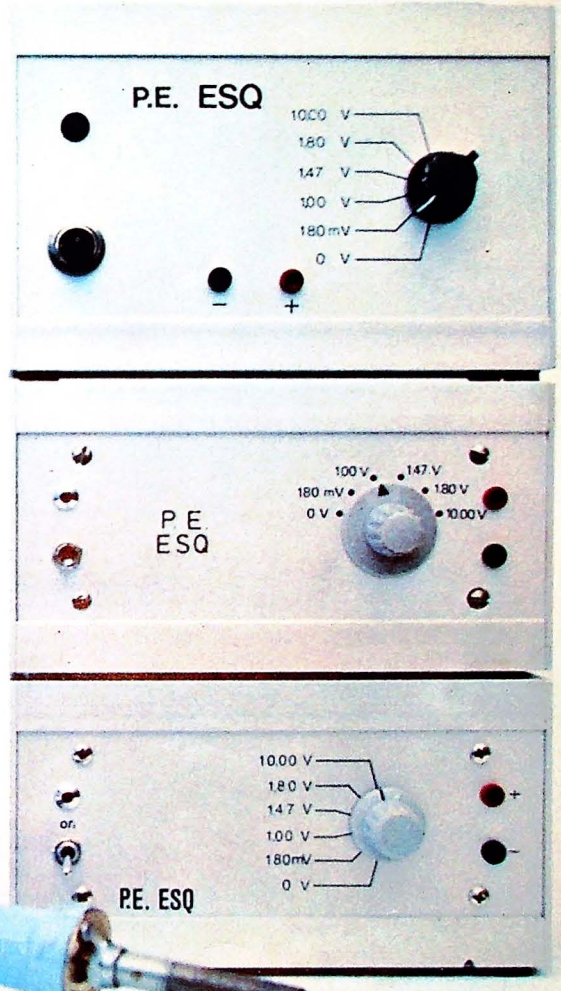
Mini-Midi
Modulierte HF

Rumpelfilter
in Modultechnik

Frequenzzähler '79:
Funktion und Aufbau

ESQ

Eichspannungsquelle
für das
Hobby-Labor



Hobby-tronic '79:
P.E.-Messebummel

3-Kanal-Lichtorgel ab DM 16.90

3-K-Lichtorgel +3 Strahler +3 Lampen DM 69.50

Typ 1000 A

3-Kanal-Lichtorgel **ab DM 32.90**

Typ 1000 A, anschlußfertig im Kunststoffgehäuse orange, 3x 1000 W max., 1 Gesamt- und 3 Einzelregler, Klemmleiste im Gehäuse ..... **DM 49.—**

Bausatz Typ 1000 A, alle Bauteile, Knöpfe und Gehäuse. **Platine** **DM 32.90**

Neu!

Typ Mini 3 Super

3-Kanal-Lichtorgel-Bausatz Typ Mini 3, mit 3 Einzelreglern, Knöpfen, alle Bauteile, **3x 1000 W max.** **DM 16.90**

Leiterplatte dazu ..... **DM 3.90**

Gehäuse, orange ..... **DM 5.90**

Bausteln, geprüft ..... **DM 23.90**

Anschlußfertig, mit Klemmleiste, im Kunststoffgehäuse (Bild) Mini 3 Super ..... **DM 28.90**

Lichtorgel-Set
3-Kanal-Lichtorgel, 1 Gesamt- und 3 Einzelregler, formschönes Kunststoffgehäuse in Orange mit drei formschönen Strahlerfassungen und mit drei farbigen Reflektorlampen 60 W (rot, gelb, grün), ⌀ 80 mm ..... **DM 69.50**
ab 3 Stück ..... **DM 59.50**

Fachhandel Liste anfordern

NEU! **Ab DM 8.95**

100 W

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E 27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau **DM 9.90** ab 10 St., farbig à **DM 8.95**

AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage, E 27 ..... **DM 9.95**
ab 10 Stück ... à **DM 8.95**

WB-2 Strahlerfassung für Kopfspiegellampen und Reflektorblende RFB, allseitig schwenkbar und drehbar, Vollkunststoff schwarz, auch für Comptalux-Lampen passend E 27 ..... **DM 9.95**
ab 10 Stück ... à **DM 8.95**
dazu passend:

WB 2

Kunststoffstrahlerfassung m. Klammer für viele Befestigungsmöglichkeiten, allseitig dreh- und schwenkbar, focusierbar, mit Anschlußkabel 1,80 m, besonders geeignet zum Anschluß an unsere Lichtorgel.

Stückpreis **DM 10.90**
Bei einer Abnahme von 10 Stück

KB 1 **DM 9.95**

4-Kanal-Digit-Lichtorgel + Dual-Lauflicht

Neuentwicklung, mit Selbststeuerung, Pausekanäle, Lauflichteffekt und NF-Steuerung.

1 Gesamtregler, Umschalter, Geschwindigkeitsregler, IC, alle Halbleiter, Platine, **Netzteil,** Potis und Knöpfe, ideales Gerät **für Diskotheken,** je Kanal mit 1000 W Spitze belastbar, **Triac-Steuerung.**

Digit-Lichtorgel-3-Kanal, Baus. **DM 65.50**
Digit-Lichtorgel-4-Kanal, Baus. **DM 76.—**
Fertigbaustein, Digit 3 ..... **DM 78.—**
Fertigbaustein, Digit 4 ..... **DM 89.—**

Fertiggerät im Kunststoffgehäuse mit Klemmleiste, Aufpreis ..... **DM 19.80**

Gehäuse, Kunststoff m. Frontpl. **DM 9.90**

NEU!

4-Kanal-Lauflicht + Pulser

Lauflicht-Steuergerät, 4 Kanäle werden in gleichmäßigem Abstand durchgesteuert. Geschwindigkeit **regelbar v. 1—10 Hz.** Je Kanal 600 W Spitze. **Alle Bauteile, Netzteil, Platine, Poti und Knöpfe** mit Umschalter für Pulsbetrieb.

Bausatz 4-K-Lauflicht ..... **49.—**
Fertigbaustein ..... **DM 59.—**
Gehäuse, ocker, Frontplatte .. **DM 9.90**
Fertiggerät im Gehäuse (Bild) **DM 69.—**

Audioskop, ein Gerät, das NF-Signale vom Radio, Tonband usw. auf dem Fernsehbildschirm sichtbar macht. Anschluß an der Antennenbuchse. Kein Eingriff am FS-Gerät.

Bausatz Audioskop ..... **DM 14.20**
Gehäuse mit Frontplatte .... **DM 5.90**

Bausatz Lichtpulser (Blinklicht), für 220-V-Glühlampen, Blitz regelbar von 1 bis 10 Hz, 1000 W max. ..... **DM 15.50**

Kunststoffgehäuse, orange, m. Frontplatte ..... **DM 5.90**

DM 29.99

DM 19.99

3strahlige Lichtleiste durch getrennte Anschlüsse besonders zum Anschluß an unsere Lichtorgel geeignet. Material: schwarzer Strukturkunststoff. Für Kopfspiegellampen mit farbigen Reflektoren oder Comptalux-Strahlerlampen. **DM 29.99**
Lichtleiste zweistrahlig ..... **DM 19.99**

Wir stellen aus:
Hobbytronic '79
Dortmund 8 - 11 März
7. März Händlertag
Halle 5 Stand 5043

Postfach 474-3

Deckenteller
Wunderschöne Deckenleuchte, bestehend aus einem stabilen Kunststoffteller mit strukturierter Oberfläche und 3 aufgesetzten Spotkörpern mit E 27 Fassung .... **DM 33.—**

SENSOR-DIMMER IC DM 8.90

Spezial IC (mit Schaltplan) An- und Ausschaltung und Helligkeitssteuerung durch antippen der Sensorfläche

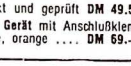
Beschreibung und Bauanleitung Elo 5

NEU! Ab DM 5.95

Große farbige Reflektorlampe, 60 W, ⌀ 80 mm, E 27-Fassung in den Farben: rot/blau/grün/gelb/violett/orange und weiß ..... **DM 5.95**
ab 10 Stück ..... **à DM 5.55**

Typ 78
Formschöner ansprechender schwarzer Kunststoffspot für Lampen bis 100 W, ähnlich dem bekannten AFS. Allseitig dreh- u. schwenkbar, E 27 Porzellan-Fassung. Kein Schutzleiter erforderlich! **DM 7.50**
ab 10 Stück ..... **DM 6.95**

Stereo-6-Kan.-Lichtorgel Mini 6



Stereo-6-K-Lichtorgel-Bausatz Typ Mini 6 Stereo, 6 Einzelregler mit Knöpfen (2x 3 Kanäle).
Bausatz, 6x 1000 W ..... **DM 33.—**
Leiterplatte dazu (Aufdruck) .. **DM 6.90**
Gehäuse orange oder schwarz, mit Dekor, mit bedruckter Frontplatte ... **DM 9.90**
Bausteln bestückt und geprüft **DM 49.50**
Anschlußfertiges Gerät mit Anschlußklemmen im Gehäuse, orange .... **DM 69.—**

Schwarzlicht

Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E 27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich ..... **DM 3.88**
ab 10 Stück ..... **à DM 3.44**

SCHWARZLICHT-MASKEN
6 verschiedene Motive im Set zum Sonderpreis von komplett ..... **DM 15.80**

Elektronik Blitzer
anschlußfertig im Kunststoffgehäuse, dreh- u. schwenkbar, Wand- oder Deckenmontage, Blitzfolge regelbar, mit Netzkabel
KDM 200 ..... **DM 44.40**

3-Kanal-Lichtorgel-Bausatz Typ 3000 mit Vorverstärker **ab DM 36.—**

3-Kanal-Lichtorgel-Bausatz Typ 3000 (Achtung wichtig! Gerät arbeitet schon bei sehr kleiner Lautstärke durch **Transistorverstärker** im NF-Eingang). **Frequenzselektiv,** exakte Trennung der Kanäle. 1 Gesamt- und 3 Einzelregler, mit Transistoren, Dioden, alle Halbleiter, Potis mit Knöpfen, Übertrager, Kondensatoren, Widerstände, Sicherung und Halter, 220 V, komplett mit Netzversorgung (ohne Gehäuse). 3x 1000 W max. Spitze ..... **DM 36.—**

Dazu gebohrte Leiterplatte (Bauteile aufgedruckt) ..... **DM 3.90**

Kunststoffgehäuse dazu, orange oder schwarz mit Holzdekor, Frontplatte ..... **DM 9.90**

NF-Automatik erspart das Nachregeln bei stark schwankender Lautstärke für Bausatz Typ 3000 ..... **DM 8.90**

3-Kanal-Lichtorgel Typ 3000 Automatik, anschlußfertig, mit Klemmleiste, im Kunststoffgehäuse, orange oder schwarz mit Holzdekor. **Mit NF-Automatik.** 3x 1000 W max. Spitze ..... **DM 69.50**

dito, 3-Kanal-Lichtorgel Typ 3000 Automatik, 3 Schuko-Steckdosen in der Rückseite, Netzkabel **Schukostecker,** NF-Anschluß, sofort betriebsbereit. 3x 1000 W max. Spitze ..... **DM 99.—**

Sofortiger Nachnahmeversand. Zwischenverkauf vorbehalten. Preise einschl. MwSt. Sonderliste kostenlos.

Katalog DM 1.50 in Briefmarken einsenden

Typ 3000

ERICH-WILLI MEYER

6343 FROHNHAUSEN
Postfach 7426
Telefon 0 27 71 / 3 21 29

Vorwort

Gedanken zur Hobby-tronic

Jeder Mensch, der sein Hobby „ernsthaft" betreibt, will doch wohl zwei Dinge: Freude an einer sinnvollen Beschäftigung und das Erfolgserlebnis. Das gilt in besonderem Maße für den Hobby-Elektroniker, er gibt sich nicht damit zufrieden, bei fertig gekauften Geräten auf die Knöpfe zu drücken, um sich am Spiel der Skalenzeiger zu erfreuen. Ist es erstmalig gelungen, eine einfache Sache im Eigenbau zu erstellen und sie auch zum Laufen zu bringen, dann steht der Sinn oft nach höheren Zielen. Man möchte doch gerne wissen, warum die Elektronen nur in einer bestimmten Richtung durch die Kupferbahnen flitzen. Hat sich der „Aha"-Effekt schon einige Male eingestellt, dann gibt es wohl kein Halten mehr.

Nicht nur nachbauen, sondern probieren und experimentieren, eigene Ideen verwirklichen, das ist letztlich der Wunschtraum. Sehr schnell stellt sich die Erkenntnis ein, daß auch Geräte zum Messen und Prüfen erforderlich sind, wenn das Hobby-Labor nicht nur aus Lötkolben und Seitenschneider bestehen soll. Man steht vor der Entscheidung; kaufen (sofern der Geldbeutel es erlaubt) oder Eigenbau. Guter Rat ist in diesem Fall nicht teuer, denn es gibt Fachzeitschriften. Hier bemüht sich P.E., möglichst vielen Ansprüchen gerecht zu werden: dem Anfänger den Einstieg und die ersten Schritte zu erleichtern, ihm aber auch die notwendigen Kenntnisse zu vermitteln, um den eingeschlagenen Weg von Stolpersteinen frei zu räumen. Leider mangelt es aber oft an der so dringend nötigen Kommunikation, die ebenfalls dazu dienen kann, Wünsche und Möglichkeiten, Wollen und Können aufeinander abzustimmen.

Eine Ausstellung wie die Hobby-tronic kann sehr hilfreich sein, wenn es gilt, Kommunikationslücken aufzufüllen. Es erhebt sich zugleich die Frage: Hobby-tronic...Informationsbörse und Treffpunkt verwandter Seelen - oder Schaufenster für den Kommerz? Beide Tendenzen sind zu erkennen; hoffen wir auf ein gesundes Nebeneinander.

Wir von P.E. stehen Ihnen auch in diesem Jahr wieder auf der Dortmunder Hobby-tronic, Stand 5015, zur Information und Kommunikation zur Verfügung; auch Kritikern wollen wir geduldig zuhören. Sie, lieber Leser, sind uns, mit oder ohne P.E.-Blinker, in Dortmund herzlich willkommen.

Ihr

Manfred H. Kalsbach

Populäre Elektronik

Jahrgang 4 — Heft 3

In dieser Ausgabe

Leitartikel
Gedanken zur Hobby-tronic 5

Marktnotizen
TTL noch schneller 8
Neue OTA's 8
Schnittbandkern-Netztransformatoren 9
Miniatur-Kippschalter jetzt 220 V-fest 9

Modulserie 1
Rumpelfilter 10

So funktioniert das!
Digital-Voltmeter (Teil 2) 16

Digitaltechnik
Goliath's Woche: Für jeden Tag 1 LED
Zusatz zur Goliath-Digitaluhr 20

Für das Hobby-Labor
Die P.E. - Eichspannungsquelle 24
Meßgeräteabgleich - ein heißes Eisen? 29

Mini-Midi
Teil 2: Modulierte HF 30

Der Tip
13: Die Erdung von eloxierten „Baukasten"-Gehäusen 33

Hobby-tronic '79
P.E. - Messebummel
Was an welchem Stand? Der P.E. - Blinker 34/35

Frequenzzähler '79
Funktion und Aufbau 36

Was bedeutet...?
Duty Cycle 39

Verschiedenes
Hitparade, Vorschau 44
Inserentenverzeichnis 41

Impressum

Populäre Elektronik erscheint jeweils Mitte des Vormonats im M + P Zeitschriften Verlag GmbH & Co, Winterhuder Weg 29, 2000 Hamburg 76
Telefon 040/ 220 15 66-69
CHEFREDAKTION
Manfred H. Kalsbach
REDAKTION
Leen van Dam, Wil Leiner, Jan Palmen, Jan Pas, Jos Verstraten
MITARBEITER
Wolfgang Back, Albert Hartfiel, Wolfgang F. Jacobi, Friedrich Scheel, Hilaneh von Kories, (Bildredaktion), Sabine Spies (Redaktionsassistenz)
VERLAGSLEITUNG
Claus Grötzschel

ANZEIGENLEITUNG
Werner Pannes
ANZEIGENVERWALTUNG
M + P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29
2000 Hamburg 76
Telefon 040/ 220 15 66-69
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist die Anzeigenpreisliste Nr. 5 gültig
DRUCK
Locher KG, 5000 Köln 30
REPRODUKTION
Alpha Color GmbH Hamburg
VERTRIEB
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1, Telefon 040/ 24 861, Telex 2162401
LAYOUT
Susanne Grocholl
Sabine Schwabroh

ABONNEMENT
Inland 12 Ausgaben DM 29,80 inkl. Bezugsgebühren, Ausland DM 34,80. Bestellungen beim Verlag

© by
POPULÄRE ELEKTRONIK

GERICHTSSTAND
Hamburg
AUSLANDSVERTRETUNGEN
Österreich: Messner Ges. mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon 0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS-Elektronik, Kölliker-str. 121, CH-5014 Gretzenbach, Telefon 064/ 41 41 55

Alle in POPULÄRE ELEKTRONIK veröffentlichten Beiträge stehen unter Urheberrechtsschutz. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein. Alle Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen können geschützt sein, deshalb werden sie ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Geräte kann keine Haftung übernommen werden. Rücksendung erfolgt nur, wenn Porto beigefügt ist. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sendeeinrichtungen aller Art sind zu beachten. Der Herausgeber haftet nicht für die Richtigkeit der beschriebenen Schaltungen und die Brauchbarkeit der beschriebenen Bauelemente, Schaltungen und Geräte.

HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile. incl. Lautsp..DM 13,10
P.E.-Platine SI-a . . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh..19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m.Gehäuse .DM 16,50
P.E.-Platine TT-a . . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz. . . . . .DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T. .DM 37,50
P.E.-Platine GV-a . . . . . .DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 17,80
Gehäuse TEKO P 3 . . . . . DM 5,90
TESTY kpl.Bauteiles.m.Gehäuse. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . .DM 85,50
P.E.-Platine DK-a+b. . . . . .DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
50-Watt-Verstärker in Modultechn. 1 Kanal incl. Stereonetzteil . . . . . DM 106,50
P.E.-Platine PA-a . . . . . .DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . .DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.)11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse und Platine . . . . . .DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Codeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . .DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteilesatz je Kanal . . . . . .DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . . DM 9,35
Frontplatte geb.u beschrift.(pos.o.neg)11,65
MIKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles.DM11,89
P.E.-MIKRO Hauptplatine MI-a . . . . DM 8,50
P.E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . DM 4,95
MIKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . .DM 13,40

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU
SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . .DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . .DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . . DM 9,80
Bauteilesatz Steuerprint . . . . . .DM 29,90
Platine Snobby-c . . . . . DM 9,70

Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl.Bauteilesatz. . . . . .DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . . .DM 13,85
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)15,35
je 14 Lötstifte u.Steckhülsen,5 IC-Fass.4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . . .DM 38,80
P.E.-Platine MM-a . . . . . .DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . DM 13,10
PUFFI kompl.Bauteilesatz. . . . . DM 3,70
P.E.-Platine BU-a . . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend f.2.Platinen. . . 3,55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knöpfen und Fassungen, Bauteilesatz . . . . . .DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . . .DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4 . . . . . .DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . .DM 20,90
P.E.-Platine TV-a . . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
LESLIE (Modultechnik) Bauteiles. . . DM 2,90
P.E.-Platine TR-b . . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste,m.Zubehör. . . . . .DM 19,40
P.E.-Platine BB-a . . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m.Kabel . . . .DM 51,90
P.E.-Platine DT-a . . . . . .DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . . .DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop) Bauteiles.kpl.. . DM 6,90
P.E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a . . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste m.Instr.,Knöpfen usw. . . **DM 113,70**
P.E.-Platine SSQ. . . . . .DM 13,10
Gehäuse SSQ m.Kühlkörper;Rückw. .DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display,Bauteiles. .DM 38,90
P.E.-Platine DK-c/d. . . . . .DM 10,95
Spez.Uhrengehäuse m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl.Bauteiles. . . . . .DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 11,00
Gehäuse m.Gleitmutterkanälen f. P.E.-Moduls. Größe 300...**DM 49,60**/Größe 500 **DM64,90**

Aus P.E.-Heft 1/78:
Sinusgenerator (Modul) kpl.Bauteiles. DM27,50
P.E.-Platine SG-a . . . . . .DM 14,10
Frontplatte FN-SG-a . . . . . .DM 17,30
n-Kanal-Lichtorgel Hauptprint Bautelesortim. kpl.lt.Stückliste . . . . . .DM 20,80
je Kanal lt. Stückliste . . . . . .DM 12,50
P.E.-Basisplatine LO-c . . . . . DM 8,30
P.E.-Kanalplatine LO-d. . . . . DM 5,00
Grundausst. Plat.1xLO-c:3xLO-d . . .DM 19,00
Lichtdimmer Bauteiles.kpl.lt.Stückl. .DM 21,90
P.E.-Platine LD-a . . . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.-Heft 2/78:
Rauschfilter i.Modultechnik Bauteiles.DM14,90
P.E.-Platine RF-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg . . . . . .DM 11,60
Goliath-Display Bauteile lt.Stückl. . .DM 17,70
P.E.-Platine UD-a/b. . . . . .DM 10,10
Pausenkanal für n-Kanal-Lichto. Baut..DM11,50
P.E.-Platine LO-e . . . . . DM 5,00

Aus P.E.-Heft 3/78:
Spannungslupe Bauteile lt.Stückl. . . .DM 16,30
P.E.-Platine SL-a . . . . . DM 5,25
Gehäuse TEKO p/2. . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz z.Sinusgenerator Baut.DM 16,90
P.E.-Platine SW-a . . . . . DM 7,80
P.E.-Frontplatte FN-SW-a . . . . . DM 9,15
Goliath-Stromversorgung Baut.m.TrafoDM47,90
P.E.-Platine GV-e . . . . . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 4/78:
Hall i.Modultechnik lt.Stückl.m.OPA. DM36,90
P.E.-Platine RV-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
O.P.A. Operationsverstärker Bauteiles. .DM8,90
P.E.-Platine OP-a . . . . . DM 5,35
LOGIC-PROBE Baut. lt.Stückl. . . . .DM 8,50
P.E.-Platine LT-a . . . . . DM 5,05

Aus P.E.-Heft 5/78:
Peace-Maker lt.Stückliste. . . . . .DM 13,90
P.E.-Platine PM-a . . . . . DM 5,90
Gehäuse . . . . . DM 4,40
Digitalmeter i.Modultechnik Bauteiles. .DM79,90
P.E.-Platine DM-a/b. . . . . .DM 19,35
P.E.-Frontplatte FN-DM-a . . . . . .DM 19,50
DC-Vorsatzlt. Stückl. . . . . .DM 12,90
Frontplatte FN-DM-b. . . . . DM 9,15

Aus P.E.-Heft 6/78:
Digital-Analog-Timer Bauteilesatz. . .DM 59,90
P.E.-Platine UT-a . . . . . .DM 18,00
P.E.-Gehäuse geb.und bedruckt . . . .DM 17,00
Sensorschalter Baut.lt.Stückl. . . . .DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . . .DM 10,20
L.E.D.S. Bauteile lt.Stückliste . . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . . DM 6,90

Aus P.E.-Heft 7/78:
Ohm-Meter-Vorsatz Bauteilesatz . . .DM 24,90
P.E.-Platine DM-c . . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . . .DM 10,20
Würfeln m.Goliath Bauteilesatz . . . .DM 14,90
P.E.-Platine UD-c . . . . . DM 6,10
Elektronisches Tauziehen Bauteiles .DM 49,90
P.E.-Platine EG-a . . . . . .DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3. . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9V . . .DM 14,50

Aus P.E.-Heft 8/78:
Infrarot-Empfänger Bauteilesatz . . .DM 48,80
P.E.-Platine IR-b . . . . . .DM 11,80
Gehäuse Ormatu Typ BIM2003. . . . DM 5,40
Gehäuse Amtron Typ KG-6-ST . . . . DM 5,20
Infrarot-Sender Bauteilesatz. . . . . .DM 19,90
P.E.-Platine IR-a. . . . . DM 5,90
Gehäuse Typ BIm 2003 . . . . . DM 5,40
Zener-Tester Bauteilesatz . . . . . .DM 39,90
P.E.-Platine ZT-a . . . . . DM 7,70
Gehäuse TEKO 362. . . . . DM 8,75
H.E.L.P. Laborprint UP-a . . . . . .DM 22,50

Aus P.E.-Heft 9/78:
Syndiatape Bauteilesatz lt. Stückl. . .DM 31,80
P.E.-Platine SY-a . . . . . .DM 14,70
Gehäuse . . . . . DM 10,90
Schwesterblitz Bauteile lt. Stückl.. . .DM 19,50
Platine FL-a . . . . . DM 4,50
Gehäuse . . . . . DM 3,35
Kontaktloses Relais Bauteiles. . . . . DM 10,80
P.E.-Platine RY-a . . . . . DM 4,90

Aus P.E.-Heft 10-11/78
Scheibenwischer-Intervallschalter
Baut. lt. Stückl. . . . . .DM 34,70
Platine WA-a. . . . . .DM 11,10
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . DM 6,90
Automatikzusatz incl. Platine RB-a. .DM 16,50
Regensonde, Baut. lt. Stückliste. . . .DM 11,90
Platine RB-a . . . . . .DM 8,80
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . DM 8,90
Auto-Akku-Lader Bauteile lt. Stückl..DM 87,30
Platine AK-a. . . . . .DM 11,10
Metall-Gehäuse . . . . . .DM 34,90

5012 Bedburg
Morkenerstr. 20 · Tel. 02272 · 3294

P.E. Print- und Front-Shop

Auswahl der zur Zeit lieferbaren Prints

	Bestell-zeichen	Preis
Ausgabe Nr. 1		
FBI-Sirene	SI-a	4,35
Transitest	TT-a	6,75
Elektro-Toto-Würfel	DS-a	6,60
Ausgabe Nr. 2		
Cabophon	CF-a	6,30
Spannungsquelle	GV-a	11,60
MIKRO-Experimentalprogramm	MI-a	8,50
	MI-b	4,95
Ausgabe Nr. 3		
50 Watt-Modul	PA-a	10,95
Kassette im Auto	KS-a	3,25
Ausgabe Nr. 4		
Codeschloß	ES-a	7,15
LED-VU-Meter	VU-a	9,35
Ausgabe Nr. 5		
Puffi	BU-a	6,40
Mimmix	MM-a	12,90
Tremolo-Modul	TR-a	13,85
Ausgabe Nr. 6		
Leslie-Modul	TR-b	6,35
Signal-Tracer	SV-a	13,85
TV-Tonkopler	TV-a	12,55
Ausgabe Nr. 7		
TTL-Trainer	DT-a	29,00
Basisbreite-Modul	BB-a	9,10
Ausgabe Nr. 8		
Loudness-Filter-Modul	FV-a	9,70
Mini-Uhr m. Maxi-Display	DK-c/d	10,95
Superspannungsquelle	SQ-a	13,10
Ausgabe 1/78		
Sinusgenerator (Modul)	SG-a	14,10
n-Kanal-Lichtorgel		
Basisprint	LO-c	8,30
Kanalprint	LO-d	5,00
Lichtdimmer	LD-a	6,80
Ausgabe 2/78		
Rauschfilter-Modul	RF-a	8,90
Goliath-Display (Anzeige)	UD-a	5,50
(Zählerprint)	UD-b	5,50
Pausenkanal f. n. Kanal-Licht-	LO-e	5,00
Ausgabe 3/78		
Rechteckzusatz zum Sinusgen.	SW-a	7,80
Spannungslupe	SL-a	5,25
Goliath-Stromversorgung	GV-e	13,90
Ausgabe 4/78		
O.P.A.	OP-a	5,35
Logic-Probe	LT-a	5,05
Hall-Modul	RV-a	8,90
Ausgabe 5/78		
Digital-Meter (Modul)	DM-a/b	19,35
Peacemaker	PM-a	5,90
Ausgabe 6/78		
Sensorschalter	TT-b	10,20
L.E.D.S.	LE-a	6,90
Digital-Analog-Timer	UT-a	18,00
Ausgabe 7/78		
Ohm-Meter (Modul)	DM-c	7,85
Würfeln mit Goliath	UD-c	6,10
Elektronisches Tauziehen	EG-a	14,25
Ausgabe 8/78		
H.E.L.P.	UP-a	22,50
Zener-Tester	ZT-a	7,70
INFRAROT-Sender	IR-a	5,90
Empfänger	IR-b	11,80
Ausgabe 9/78		
Syndiatape	SY-a	14,70
Schwesterblitz	FL-a	4,50
Das kontaktlose Relais	RY-a	4,90
Ausgabe 10/78		
Regensonde	RB-a	8,80
Intervallschalter	WA-a	11,10
Akkulader	AK-a	11,10
Ausgabe 12/78		
Power-Blink-Zentrale	KI-a	6,90
Monitor-Verstärker	Op-b	16,90
Anpassungsverstärker	Bu-a	6,40
Netzteil HiFi-Module		
Vorverstärker-Module	Ma-a	8,80
Endverstärker-Module	Ma-b	7,80
Ausgabe 1/79		
Goliath-Digitaluhr	UD-d	12,95
Anti-Lichtorgel	LO-b	6,25
Elektron. Spannungsteiler	OP-c	5,30
Ausgabe 2/79		
DC-Fuse	EF-a	8,25
Mini-Midi	MR-a	7,15
Frequenzzähler '79	FZ-a	23,75
Netzteil zum FZ '79	FZ-b	17,00

Auswahl der zur Zeit lieferbaren Frontplatten

	Bestell-zeichen	Preis
Ausgabe Nr. 3		
50 Watt-Modul	FP-PA-a	11,15
dito, negativ	FN-PA-a	11,15
Ausgabe Nr. 4		
LED-VU-Modul	FP-VU-a	11,65
dito, negativ	FN-VU-a	11,65
Ausgabe Nr. 5		
Tremolo-Modul	FP-TR-a	15,35
dito, negativ	FN-TR-a	15,35
Ausgabe Nr. 6		
Leslie-Modul	FP-TR-b	9,00
dito, negativ	FN-TR-b	9,00
Ausgabe Nr. 7		
Basisbreite-Modul	FP-BB-a	12,85
dito, negativ	FN-BB-a	12,85
Ausgabe Nr. 8		
Loudness-Filter-Modul	FP-FV-a	11,00
dito, negativ	FN-FV-a	11,00
Ausgabe 1/78		
Sinusgen.-Meßmodul	FN-SG-a	17,30
Ausgabe 2/78		
Rauschfilter-Modul	FP-RF-a	11,60
dito, negativ	FN-RF-a	11,60
Ausgabe 3/78		
Rechteckzusatz z. Sinusgen.	FN-SW-a	9,15
Ausgabe 4/78		
Hall-Modul	FP-RV-a	12,85
dito, negativ	FN-RV-a	12,85
Ausgabe 5/78		
Digitalmeter-Meßmodul	FN-DM-a	19,50
Gleichspannungsvorsatz zum DM	FN-DM-b	9,15
Ausgabe 7/78		
Ohmmeter-Vorsatz zum DM	FN-DM-c	10,20

P.E. – Prints und Frontplatten sind im Fachhandel erhältlich. Lieferung erfolgt auch nach Einsendung eines Schecks oder gegen Vorauszahlung auf Postscheckkonto Hamburg, 33 22 87 – 208
M + P Zeitschriften Verlag

Printvertrieb für die Schweiz:
SMS – Elektronik, Köllikerstraße 121, CH - 5014 Gretzenbach, Tel. 064/41 23 61

Print – Vertrieb für Österreich:
Messner & Co., Liebhartsgasse 1, A - 1160 Wien, Tel. 0222/92 54 88, 95 12 65

PHILIPS

Bewährt und begehrt
Philips Fachbücher
in Ausbildung, Beruf und Hobby

Neu von Philips für alle Tonbandfreunde

C. G. Nijsen
Moderne Tonbandgeräte-Technik

Aufbau und Wirkungsweise von Spulentonbandgeräten und Cassettenrecordern

Historische Entwicklung der magnetischen Schallaufzeichnung und der Tonbandgeräte · Das Tonbandgeräte-Angebot · Spulentonbandgeräte · Cassettenrecorder · Die vollständige Musikanlage · Wie Tonbandgeräte funktionieren · Wiedergabegüte und Gehör · Elektronische Vorgänge · Laufwerk · Moderne Qualitätsmerkmale · Neue Antriebsmotoren und elektronische Schalter · Moderne Magnetkopftechnik · Rauscharme Bänder · Rauschunterdrückungsschaltungen · HiFi-Cassettenrecorder · Mikrofone, Lautsprecher und Anschlüsse · Wartung, Störungen und Bedienungsfehler u. a. m.

139 Seiten, 111 Abb., davon 47 Fotos Taschenbuch T 17, Kt 24,– DM

C. G. Nijsen
Leitfaden für Tonbandfreunde

Von der Tonjagd bis zur Bildaufzeichnung

Ratschläge für die Aufnahme · Bandmontage · Wie man Hörspiele und Hörbilder aufnimmt · Geräuscheffekte · Das Tonbandarchiv · Auf Tonjagd · Tonband-Amateurclubs · Tonband-Wettbewerbe · Tondia-Wettbewerbe · Video-Wettbewerbe · Hintergrundmusik und Geräuschschallplatten · Vertonung von Dias und Schmalfilmen · Audiovisuelle Medien · Das Tonbandgerät im Unterricht · Magnetische Bildaufzeichnung und Bildplatte u. a. m.

99 Seiten, 49 Abb., davon 31 Fotos Taschenbuch T 18, Kt 22,– DM

Mehr als 155.000 verkaufte Exemplare.
Das 2 bändige Lese-, Lern- und Lehrbuch, das einmalige Nachschlagewerk:

Philips Lehrbriefe
Elektrotechnik und Elektronik

Band 1, Einführung und Grundlagen
8., völlig neubearb. u. erw. Aufl.
391 Seiten, 814 Abb., 919 Stichwörter, Ln 29,– DM

Band 2, Technik und Anwendung
6., völlig neubearb. u. erw. Aufl.
495 Seiten, 843 Abb., 1178 Stichwörter, Ln 29,– DM

Ausführliche Inhaltsangaben und Besprechungen aller Philips Fachbücher finden Sie im neuen Gesamtverzeichnis, dem Katalog Philips Fachbücher 1978/79, den Sie per Postkarte anfordern können.
Philips Fachbücher sind im Buchhandel erhältlich.

Philips GmbH
Fachbuch-Verlag
Postfach 10 14 20 · 2000 Hamburg 1

ige mitglied der informations-gemeinschaft elektro-ige

TTL noch schneller

Mit der Einführung integrierter digitaler MOS-Schaltkreise schien sich ein gewisser Niedergang für die digitalen TTL-Schaltkreise anzubahnen, inzwischen hat sich aber ein Nebeneinander entwickelt, weil eben „Eines nicht für Alles taugt". Beide Technologien haben ihre Vorzüge, aber auch ihre Schattenseiten. Glänzt die MOS-Technologie mit hohen Eingangswiderständen, größerem Störabstand und weitem Versorgungsspannungsbereich bei minimalem Leistungsbedarf, so darf man aber auch nicht übersehen, daß mäßige Schaltgeschwindigkeit und niedrige Ausgangsleistung damit einhergehen. Bei TTL-Schaltkreisen wird die wesentlich höhere Geschwindigkeit sowie die höhere Ausgangsleistung mit relativ hohem Leistungsbedarf erkauft. Brachte die TTL-Schottky-Technologie noch eine weitere Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit, so konnte selbst mit TTL-Low-Power-Schottky der Leistungsbedarf nicht entscheidend gesenkt werden, hier blieb ein großer Abstand zu MOS bestehen.

Außergewöhnliche Verbesserungen hinsichtlich Geschwindigkeit und Leistungsaufnahme zeichnen die neuen „Advanced Schottky"-TTL-Serien (SN 74 AS . . .) und die „Advanced Low Power Schottky" TTL-Serien (SN 74 ALS . . .) von Texas Instruments aus. Die „Advanced Schottky" TTL-Serie ist doppelt so schnell wie ihre Vorgängerin SN 74 S bei praktisch gleicher Leistungsaufnahme pro Gatter. Die typische Verzögerungszeit eines externen Gatters der Advanced Schottky Familie SN 74 AS beträgt 1,5 ns bei einer Leistungsaufnahme von 22 mW.

Der Leistungsbedarf der Advanced Low Power Schottky Familie liegt bei 1 mW pro Gatter bei einer typischen Verzögerungszeit von 4 ns. Damit ist diese Serie doppelt so schnell wie die Vorläuferin SN 74 LS, und das bei halbierter Leistungsaufnahme.

Die Serie SN 74 ALS wird in 14-, 16-, 20- und 24-Pin Gehäusen geliefert, und zwar pinkompatibel zu der jetzigen LS-Serie. Im Einführungsstadium wird ein Spektrum von 25 Typen erhältlich sein, das sowohl Gatterfunktionen, Dual-D-, JK-FlipFlops als auch Schaltkreise mit mittlerer Integrationsdichte umfaßt. Die Gatter der Serie SN 74 AS werden im 20-Pin Dual-in-Line-Gehäuse angeboten, die Schaltkreise mit höherem Integrationsgrad erscheinen in einem neu entwickelten, schmalen 24-Pin DIL-Gehäuse. Mit den neuen TTL-Schaltkreisen lassen sich also Logikschaltungen aufbauen, die höhere Geschwindigkeit bei niedrigerem Leistungsbedarf aufweisen; die schmaleren Gehäuse ermöglichen zudem eine höhere Packungsdichte auf dem Print.

Texas Instruments Deutschland GmbH,
Haggertystraße 1
8050 Freising

Neue OTA's

OTA ist das Kurzwort für „Operational Transconductance Amplifier", damit wird ein spezieller, von RCA entwickelter Typ monolithisch integrierter Operationsverstärker bezeichnet. Ein normaler Operationsverstärker läßt sich am invertierenden bzw. am nichtinvertierenden Eingang steuern, der OTA weist einen zusätzlichen Steuerstromeingang auf (Bild 1). Mit dem an diesem Eingang eingeprägten Steuerstrom lassen sich wichtige Eigenschaften des OTA, wie Verstärkung, Ausgangsstrom und Leistungsaufnahme beeinflussen. Die ausführliche theoretische Abhandlung der Wirkungsweise würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen, deshalb sei hier nur auf eine besondere Eigenschaft eingegangen, die den OTA vom „normalen" OpAmp unterscheidet.

Bei einem normalen OpAmp ist es die Leerlaufverstärkung, deren Betrag Aufschluß über eine seiner wesentlichen Eigenschaften gibt; beim OTA ist die entsprechende Kenngröße der Durchgangsleitwert g_m (Transconductance g_m). In eine Formel gefaßt, lautet diese Beziehung

$$I_{aus} = g_m \cdot U_{ein}$$

Das Ausgangssignal des OTA ist somit nicht wie beim OpAmp eine Spannung, sondern ein Strom I_{aus}, der zur Eingangsspannung U_{ein} und zum Durchgangsleitwert g_m proportional ist. Dieser Ausgangsstrom ruft an einem externen Lastwiderstand des OTA die Ausgangsspannung U_{aus} hervor, sie errechnet sich als das Produkt aus Ausgangsstrom und Lastwiderstand.

Da der Ausgangswiderstand sehr hochohmig ist, kann der Ausgang nur niedrige Ströme liefern, das ist eine für viele Anwendungen unerwünschte Eigenschaft des OTA.

Bei dem neuen LM 13 600 folgt auf den hochohmigen Ausgang eine extern beschaltbare Darlingtonstufe, so daß damit auch ein niederohmiger Ausgang realisiert werden kann. Der 13 600 im 16poligen DIL-Gehäuse enthält zwei voneinander unabhängige OTAs an gemeinsamer Versorgungsspannung, der Bereich erstreckt sich von ±2 V bis ±22 V.

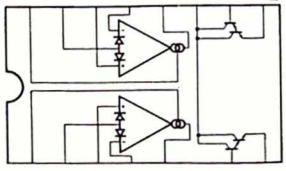
Bild 2 zeigt die Anschlüsse.

Mit OTA's lassen sich stromgesteuerte Verstärker aufbauen, eine interessante Anwendung ist zum Beispiel ein Stereo-Verstärker, bei dem die Lautstärkeeinstellung für beide Kanäle mit einem einzigen Poti erfolgt; dabei beträgt der Gleichlauffehler, d.h. die mitlaufende Differenz der Verstärkungsfaktoren beider Kanäle nur 0,3 dB. Das ist ein Wert, der sich mit handelsüblichen Stereo-Potis nicht erreichen läßt.

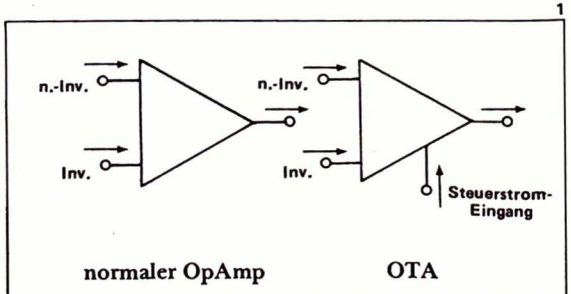
Das Datenblatt des LM 13600 enthält einen umfangreichen Anhang mit Anwendungsbeispielen, der wichtige Hinweise und über 20 weitere interessante Applikationen enthält.

Datenblatt LM 13 600
National Semiconductor
Industriestraße 10
8080 Fürstenfeldbruck

2



1



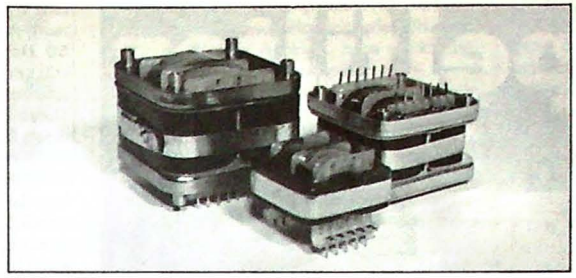
Schnittbandkern-Netztrafos

In Meßgeräten und NF-Verstärkern können hausgemachte Störungen auftreten, deren Urheber der Netztransformator ist. Sein Streufeld (Bild 1) induziert Störspannungen in empfindliche Leitungen, diese Störspannungen überlagern sich der Signalspannung. Bei NF-Verstärkern macht sich die Störspannung dann als häßlicher Brummton im Lautsprecher bemerkbar, bei Meßgeräten kann sie das Meßergebnis verfälschen. Die Industrie verwendet vielfach in kritischen Fällen Netztrafos mit Schnittbandkernen, ihr Streufeld ist aufgrund von Konstruktion und Kernmaterial sehr klein. Mit Schnittbandkernen aufgebaute Netztrafos stehen nunmehr auch dem Hobby-Elektroniker zur Verfügung; auch in diesem Bereich bleibt die Entwicklung nicht stehen.

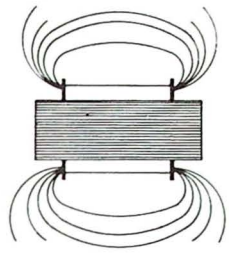
Schnittbandkerne werden als ringförmige Wickel aus Bandmaterial hergestellt, das Band besteht aus einer hochwertigen Eisenlegierung. Die Legierung hat ausgezeichnete magnetische Eigenschaften, daraus resultieren hohe Konzentration der Feldlinien im Kern und kleines Streufeld.

Der Aufbau eines Schnittbandkerns ist aus Bild 2 ersichtlich, man erkennt, daß der ringförmige Kern aufgeschnitten werden muß, damit er sich in den Wickelkörper des Trafos einführen läßt. Bei SM-Schnitten (Schnittband-M-Schnitte) bilden zwei aufgeschnittene Ringe den Kern, sie werden nach Einführung in den Spulenkörper mit Hilfe eines Spannbandes zusammengepreßt.

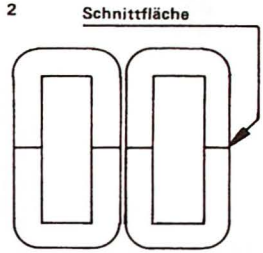
Interessant für den Hobby-Elektroniker ist die in der Tabelle aufgeführte Typenreihe von Schnittbandkern-Trafos, sie weisen jeweils zwei getrennte Sekundärwicklungen auf. Daraus ergeben sich viele Kombinationsmöglichkeiten, da sowohl Serienschaltung als auch Parallelschaltung der Sekundärwicklung möglich sind. In Serienschaltung addieren sich die beiden Spannungen bei dem angegebenen Strom, in Parallelschaltung ergibt sich die Spannung einer Wicklung bei doppeltem Strom. Die Parallelschaltung ist jedoch nur zulässig, wenn man Wicklungsenden derselben Wicklungsrichtung verbindet.



1



2



Die Reihe TR 42 ist für Printmontage vorgesehen, sie ist zu diesem Zweck mit Lötspießen ausgerüstet. Die Reihen TR 55 und TR 65 sind für Printmontage und/oder Chassisbefestigung eingerichtet, da sie einen Montagerahmen aufweisen, in dem auf Ober- und Unterseite Abstandsbolzen mit Innengewinde eingelassen sind.

Was der Hobby-Elektroniker als Einzelstück-Verbraucher für einen Schnittbandkern-Trafo bezahlen muß, scheint auf den ersten Blick ein hoher Preis zu sein. Betrachtet man aber das Preis/Leistungs-Verhältnis, und darauf kommt es bei der Beurteilung letztlich an, so ist er voll gerechtfertigt. Ein solcher Trafo liefert bei gleichem Volumen (!) nahezu die doppelte Leistung eines konventionellen, mit M- oder E/I-Schnitten aufgebauten Trafos.

Hersteller: FG-Elektronik
Mühlweg 30...32
8501 Rückersdorf/Nürnberg

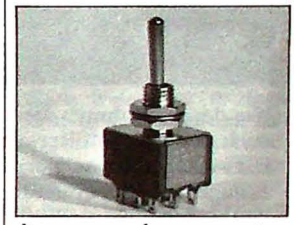
Typ	Kern	Primär	Sekundär där	Strom
TR 4235	SM 42	220 V	2× 3,5 V	1,2 A
TR 425	SM 42	220 V	2× 5 V	1,0 A
TR 426	SM 42	220 V	2× 6 V	0,6 A
TR 4210	SM 42	220 V	2×10 V	0,4 A
TR 4215	SM 42	220 V	2×15 V	0,25 A
TR 4217	SM 42	220 V	2×17 V	0,22 A
TR 4220	SM 42	220 V	2×20 V	0,2 A
TR 553	SM 55	220 V	2× 3 V	3,0 A
TR 555	SM 55	220 V	2× 5 V	2,0 A
TR 5575	SM 55	220 V	2× 7,5 V	1,5 A
TR 559	SM 55	220 V	2× 9 V	1,2 A
TR 5512	SM 55	220 V	2×12 V	0,8 A
TR 5515	SM 55	220 V	2×15 V	0,6 A
TR 5520	SM 55	220 V	2×20 V	0,5 A
TR 653	SM 65	220 V	2× 3 V	8,0 A
TR 655	SM 65	220 V	2× 5 V	5,0 A
TR 6575	SM 65	220 V	2× 7,5 V	3,5 A
TR 659	SM 65	220 V	2× 9 V	2,8 A
TR 6512	SM 65	220 V	2×12 V	2,2 A
TR 6515	SM 65	220 V	2×15 V	1,7 A
TR 6520	SM 65	220 V	2×20 V	1,25 A
TR 6525	SM 65	220 V	2×25 V	1,0 A
TR 6530	SM 65	220 V	2×30 V	0,8 A

Miniatur-Kippschalter jetzt 220V-fest

Jeder kennt sie, jeder Händler hat sie und sie werden seit Jahren fleißig als Netzspannungsschalter für elektronische Geräte benutzt oder verkauft - je nach dem: die kleinen Kippschalter, die das Foto zeigt.

Daß das offenbar in aller Regel gut gegangen ist, kann zwei Gründe haben. Die Schalter sind möglicherweise besser als ihr Ruf (ca. 40 V), und sie schalten als Netzspannungsschalter - also im primären Stromkreis eines Netztrafos - einen geringen Strom, so daß die Spannung, die sie tatsächlich aushalten, etwas höher ist.

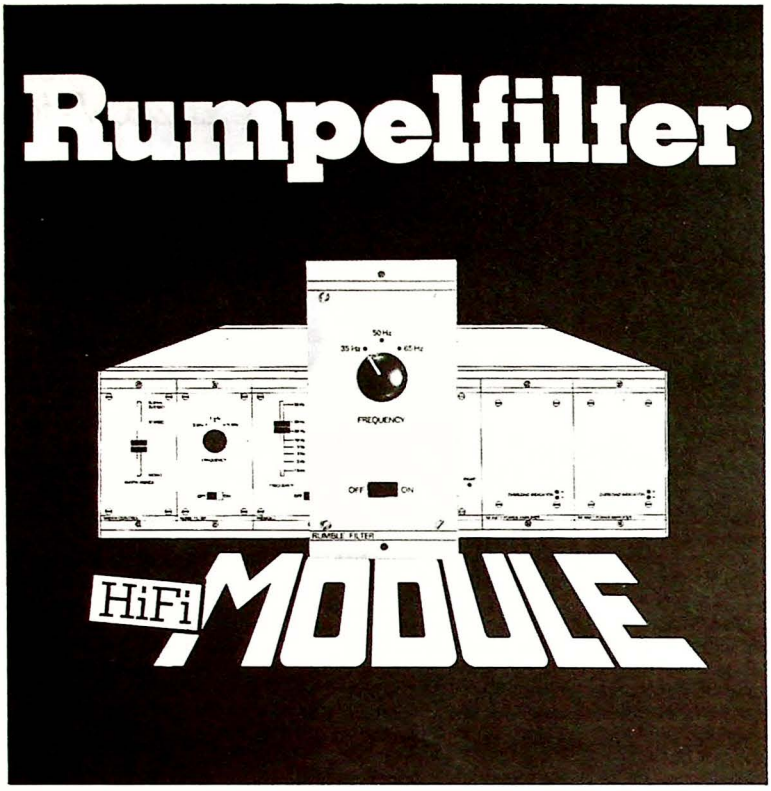
Inzwischen gibt es die Miniaturschalter für 22o V (mit VDE-Zeichen). Wenn diese Ausführung sich nicht sofort im Fachhandel durchsetzt,



dann wegen des zu erwartenden höheren Preises, der aber, wie bei neuen Halbleitern üblich, vielleicht nach einiger Zeit ein ausreichend niedriges Niveau erreichen wird.

Der im Foto gezeigte Kippschaltertyp ist nicht ein 220 V-fester, er ist aber ebenfalls neu und weist folgende Besonderheit auf: Er hat drei Stellungen des Knebels. In Mittelstellung sind die Kontakte offen; von hier aus kann man zweierlei tun: zur einen Richtung die Kontakte schalten, wobei der Schalter rastet, bzw. zur anderen Richtung hin die Kontakte tasten, hierbei rastet der Schalter nicht, sondern geht nach Loslassen des Knebels wieder in Mittelstellung. Für ein solches Ding gibt es Anwendungen, z.B. als kombinierter Hold-Taster/Schalter in Meßgeräten. Hersteller: C & K Components GmbH, Ammerseestraße 99, 8021 Neuried b. München, Tel. (089) 7 55 71 71.

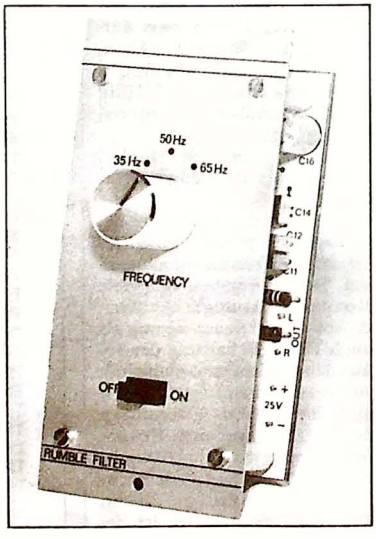
Rumpelfilter



Wie das im Rahmen dieser Serie bereits beschriebene Rauschfilter, ist auch ein Rumpelfilter nicht strikt notwendig als Bestandteil einer HiFi-Anlage. Seine Nützlichkeit erweist es, wenn an anderer Stelle der Anlage Mängel vorhanden sind oder auftreten. Schlechte geschnittene Platten können rumpeln, preiswerte Plattenspieler tun es fast immer, jedoch hört man das Rumpeln nur, wenn die Elektronik einschließlich Lautsprecher eine gut Baßwiedergabe hat. Hier hilft dann ein Rumpelfilter, die störenden und nicht erwünschten Frequenzen zu beseitigen bzw. abzuschwächen, allerdings kommen die Signalfrequenzen im abgeschwächten Frequenzbereich ebenfalls schwächer. Ein Rumpelfilter gehört demnach in erster Linie in eine zu renovierende Anlage, auch deshalb, weil es Mängel in nicht optimal dimensionierten Vorverstärkern beheben kann. Selbstverständlich ist auch dieses Modul in Stereo ausgeführt.
Der Beitrag geht ausführlich auf die schaltungstechnischen Grundlagen ein .

Wozu ein Rumpelfilter?

Das Schallspektrum (20 bis ca. 16.000 Hertz) enthält, wenn es aus einer Wiedergabeanlage herauskommt, im Bereich sehr niedriger Frequenzen Brumm- und Rumpelspannungen. Diese sind in guten Anlagen so klein, daß sie nicht störend in Erscheinung treten, aber trotzdem sind bessere Vorverstärker mit einem Rumpelfilter ausgestattet.
Brummspannungen entstehen vorzugsweise in einer nicht durchdacht ausgeführten Verdrahtung zwischen den Baugruppen eines Verstärkers. Ein 50 Hertz-Streufeld ist mit Sicherheit vorhanden, weil man zum Betrieb des Gerätes Netzspannung braucht und die Leitungen ein Streufeld erzeugen. Oft ist es der Netztrafo, der im Gerät selbst ein Streufeld erzeugt. In der Verdrahtung des Verstärkers induziert das Streufeld eine kleine Wechselspannung mit der Frequenz 50 Hertz. Hat das Nutzsignal (Musiksignal) an der betreffenden Stelle eine niedrige Amplitude, so ist die überlagerte Brummspannung zusätzlich zum Musiksignal zu hören, „es brummt".
Dagegen kann ein Rumpelfilter nicht viel ausrichten. Die Frequenz von 50 Hz liegt bereits so weit im Übertragungsbereich der heutigen Anlagen, daß ein „Wegfiltern" nur mit einer Schaltung möglich ist, die als ausgesprochene 50 Hertz-Falle wirkt. Dies gilt in noch stärkerem Maße für 100 Hertz-Brummspannungen, die vom Netzteil herrühren. Diese Brummspannungen lassen sich jedoch fast immer mit größeren Ladeelkos im Netzteil erfolgreich bekämpfen. Ein Rumpelfilter, das auch Brummspannungen beseitigt, würde den Übertragungsbereich in unerträglichem Maße einengen.
Das Rumpelfilter macht die Reihe der bereits beschriebenen HiFi-Module (inzwischen ansehnliche 61,5 cm Frontbreite) noch um einige cm länger. Aber wozu dient es? Zum Wegfiltern von Störsignalen an der äußersten unteren Grenze des Übertragungsbereiches.
Eine der beiden Störsignalarten wird als Rumpeln bezeichnet. Es hört sich wie ein „dumpfes Poltern" an und entsteht durch Unvollkommenheiten des Plattenspielers. Der Antriebsmotor ist nicht ausgewuchtet, er läuft unrund. Dasselbe gilt für den Plattenteller, und auch die Antriebsübertragung zwischen Motor und Teller kann zum Rumpeln beitragen.
In den teuren Geräten ist der Teller individuell ausgewuchtet, man erkennt diese Spezialbehandlung oft an Bohrungen am Tellerrand. Bei preiswerteren Abspielgeräten wird auf das Auswuchten verzichtet, die Folge ist ein unrunder Lauf, es treten mechanische Resonanzerscheinungen auf.
Der Abtaster erfaßt diese Schwingungen natürlich, weil er ja als Aufnehmer für mechanische Schwingungen konstruiert ist. Wer ein Fan von voll aufgedrehten Bässen ist, hört das Rumpeln als anhaltenden Donner.
Aber nicht nur viele Abspielgeräte sind



Baukosten-Voranschlag

DM 42,-

mit Frontplatte

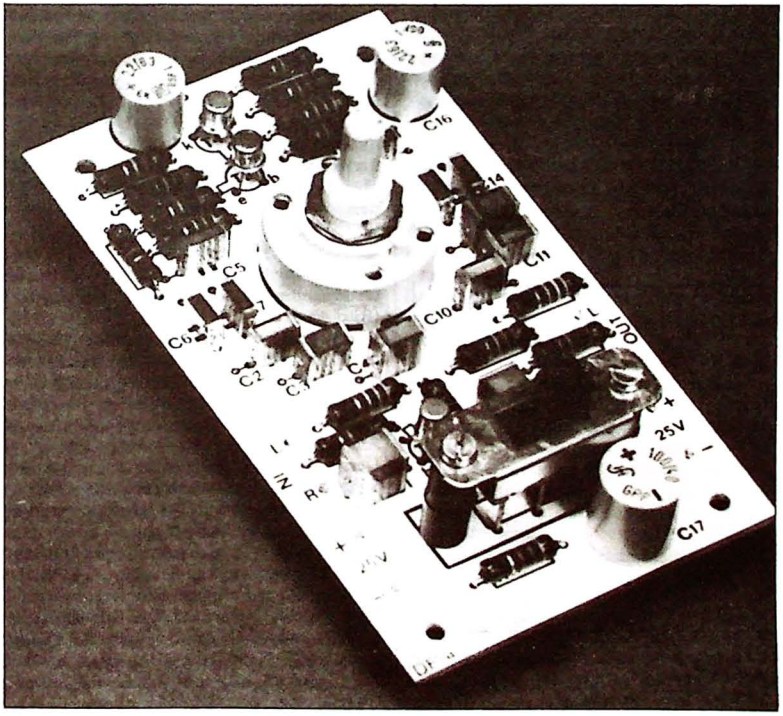
mangelhaft, auch manche Platten. Oft gibt es ganz spezielle Sonderangebote, bei denen trotz niedrigen Preises ein Rumpel-ähnliches Geräusch zum Lieferumfang gehört.

Schaltungsprinzip

Wie das Rauschfilter an der oberen Grenze des Übertragungsbereiches, macht das Rumpelfilter seinen Einfluß an der unteren Grenze geltend.
Wenn im Frequenzbereich von 10...50 Hertz störende Frequenzen auftreten, so schwächt man einfach die Übertragung in diesem Bereich, man senkt diesen Teil der Übertragungskurve ab.
Die Folge ist allerdings, daß die Anteile des Musiksignals, die in dem betreffenden Bereich liegen, ebenfalls geschwächt werden. Zum Glück ist dieser Nachteil nicht so gravierend, weil die meisten Musikinstrumente keine auf diesen Bereich gestimmte Saiten, Klappen oder Ventile haben.
Das Rumpelfilter ist wie alle Schaltungen dieser Art mit Widerständen und Kondensatoren aufgebaut, die zu einem frequenzgangbeeinflussenden Netzwerk zusammengeschaltet sind. Bild 1 zeigt das denkbar einfachste Rumpelfilter.

Hinweis

Für die zahlreichen neuen Leser, die P.E. in der letzten Zeit gewonnen hat, wollen wir an dieser Stelle kurz den Zusammenhang herstellen zwischen der in diesem Beitrag beschriebenen Schaltung und dem größeren Rahmen, in den das Rumpelfilter gehört:
In früher bereits erschienenen Ausgaben sind Bausteine für eine NF-Anlage in HiFi-Qualität beschrieben, diese Serie wird laufend ergänzt. Dabei ist es keineswegs erforderlich, alle Bausteine vorzusehen, vielmehr sind sie beliebig zu kombinieren und auch, mit gewissen Einschränkungen, außerhalb dieses Modulsystems zu verwenden. Zu jedem Modul gehört eine Frontplatte, die nach der Montage mit dem bestückten Print eine mechanische Einheit bildet. Die bisher beschriebenen Module: 50 W-Verstärker, LED-VU-Meter, Tremolo, Leslie (Zusatz zum Tremolo), Basisbreite, Loudness-Filter, Rauschfilter, Hall, Netzteil (ohne Frontplatte).



Ein Kondensator ist mit einem Widerstand in Reihe geschaltet, dieses Netzwerk liegt an der Signalspannung (Ein). Den Ausgang bilden die Anschlüsse des Widerstandes. Das NF-Signal am Eingang ist eine Wechselspannung, deshalb interessiert hier das Wechselspannungsverhalten des Netzwerks. Der Kondensator hat einen frequenzabhängigen Wechselstromwiderstand, mit zunehmender

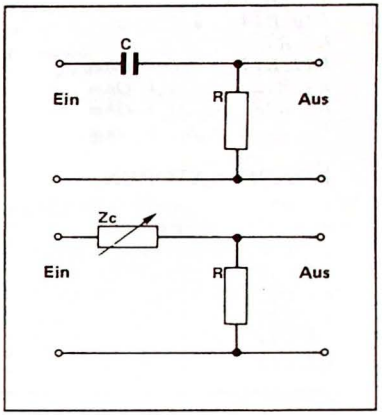


Bild 1. *Ein passives Rumpelfilter ist eine Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand. Der Ausgang liegt an R.*

Frequenz nimmt dieser Widerstand ab. Der Kondensator bildet mit dem nicht frequenzgängigen Widerstand R einen Spannungsteiler, an dessen äußeren Anschlüssen die Signalspannung liegt. Die Ausgangsspannung wird an einem der beiden Teilwiderstände (R) abgegriffen, sie ist somit ein Teil der Eingangsspannung. Das Teilerverhältnis bestimmt sich durch das Verhältnis der beiden beteiligten Widerstände. Hat der Kondensator z.B. einen kleinen Wechselstromwiderstand, dann gelangt das Eingangssignal fast ungeschwächt zum Ausgang.
Über dem Kondensator fällt in dieser Situation nur sehr wenig Spannung ab, der viel größere „Rest" steht über dem Widerstand. Bei gegebenem Kapazitätswert des Kondensators gilt dies für hohe Frequenzen, dann ist der kapazitive Widerstand klein.
Verringert sich die Frequenz des Eingangssignals, dann nimmt der kapazitive Widerstand des Kondensators zu und kommt schließlich in die Größenordnung des ohmschen Widerstandes. Er redet nun ein Wörtchen mit bei der Verteilung der Eingangsspannung. Am Kondensator entsteht nun ein Spannungsabfall, der nicht mehr vernachlässigt werden kann. Auf den ohmschen Widerstand entfällt entsprechend weniger Spannung, so daß die Ausgangsspannung abnimmt.
Bei geeigneter Dimensionierung der beiden Bauteile entsteht ein im Prinzip brauchbares Rumpelfilter. Man muß R und C so bemessen, daß bei (grob)

Stückliste

Rumpelfilter-Modul

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R5, R9, R13 = 270 k-Ohm
R2, R6, R10, R14 = 330 k-Ohm
R3, R7, R11, R15 = 10 k-Ohm
R4, R12 = 15 k-Ohm
R8, R16 = 27 k-Ohm
R17 = 8,2 k-Ohm

KONDENSATOREN

C1, C9 = 470 nF, z.B. Siemens MKH
C2, C10 = 150 nF, z.B. MKH
C3, C11 = 220 nF, z.B. MKH
C4, C12 = 270 nF, z.B. MKH
C5, C13 = 15 nF, z.B. MKH
C6, C14 = 22 nF, z.B. MKH
C7, C15 = 27 nF, z.B. MKH
C8, C16 = 22 µF, min. 25 V, RM 5
C17 = 100 µF, min. 25 V, RM 5

HALBLEITER

T1...T4 = BC 107 (oder äquiv., z.B. BC 547)

SONSTIGES

S1 = Lorlin-Drehschalter, Printausf., 4 Sektoren, 3 Stell.
S2 = Schiebeschalter 2 x UM, RM 15 x 7,5
1 x Bedienungsknopf für S1
8 x Lötstifte RTM
8 x Steckschuhe RF
4 x Gewinderöhrchen M3 x 10
4 x Abstandsröhrchen 10 mm
4 x Zyl.-k.-Kreuzschl.-schr. M3x5
4 x Zyl.-k.-Schl.-schr. M3 x 15
2 x Zyl.k.-Schl.-schr. M3 x 20
2 x Muttern M3
1 x Print nach Bild 6/7
1 x Frontplatte silb. o. schwarz

50 Hertz die Abschwächung noch nicht sehr auffällig ist. Die darunter liegenden Frequenzen werden dann abgeschwächt, und zwar um so mehr, je niedriger sie sind. Bei den Frequenzen über 50 Hertz ist die Abschwächung parktisch zu vernachlässigen.

Bild 2 zeigt den Frequenzgang eines solchen Filters. In diesem Beispiel beträgt die Abschwächung bei 50 Hertz nur ca. 2 dB, das ist ein Betrag, den das Ohr noch kaum wahrnehmen kann. Bei der Frequenz 25 Hertz beträgt die Abschwächung bereits 8 dB. Die Umschreibung „bereits" könnte zu der Vermutung Anlaß geben, daß diese 8 dB ausreichen könnten, die störenden Rumpelgeräusche zu unterdrücken. Die Abschwächung reicht aber in der Praxis nicht aus. Mit anderen Worten: Die Rumpelspannungsamplituden, um deren Beseitigung es beim Einsatz eines Rumpelfilters geht, sind so hoch, daß man das Filter so dimensionieren muß, daß es seinen Einsatzpunkt bei höheren Frequenzen hat. Dann aber liegt der 2 dB-Punkt bei z.B. 100 Hertz. Dies aber bedeutet eine so starke Beschneidung des unteren Frequenzbereiches, daß die Übertragungsqualität in unzulässigem Maße beeinträchtigt wird.

Bild 2 zeigt eine (fett) gestrichelte Linie. Sie stellt einen für ein Rumpelfilter fast idealen Verlauf der Übertragungskennlinie dar. Zwar beträgt die Abschwächung bei 50 Hertz auch nur 2 dB, zu niedrigeren Frequenzen hin geht es jedoch rasend schnell abwärts mit den dBs. Eine solche Kennlinie läßt sich mit einem einfachen RC-Glied nach Bild 1 nicht erzielen, dazu braucht man ein

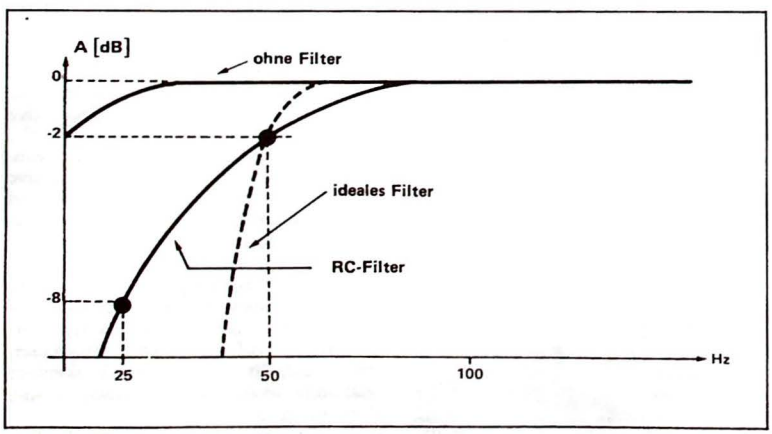


Bild 2. *Die Übertragungskennlinie, auch Frequenzgang genannt, eines passiven, nur mit Widerstand und Kondensator aufgebauten Rumpelfilters, ist die „dicke" Linie. Die „dick gestrichelte" wäre für ein Rumpelfilter wünschenswert.*

Aktives Filter

Ein typisches aktives Filter ist in Bild 3 als Blockschema angegeben.

Hierbei handelt es sich um eine Erweiterung des zuvor besprochenen passiven RC-Filters. Die ursprünglichen beiden Bauelemente tragen nun die Bezeichnungen C2 und R2. Das Dreieck ist das Symbol für einen Verstärker mit hohem Eingangs- und niedrigem Ausgangswider-

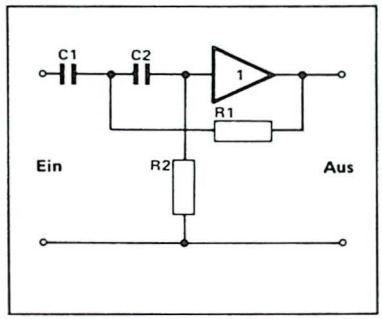


Bild 3. *Das aktive Rumpelfilter besteht aus zwei RC-Netzwerken, mit denen ein Verstärker beschaltet ist.*

stand, die 1 in dem Symbol steht für den Verstärkungsfaktor 1, somit hat das Ausgangssignal des Verstärkers dieselbe Amplitude wie das Eingangssignal. Dank des hohen Eingangswiderstandes bildet der Verstärker keine Belastung für den Schaltungspunkt, an dem er angeschlossen ist, der niedrige Ausgangswiderstand läßt es zu, den Ausgang zu belasten, ohne daß ein Einfluß auf das Ausgangssignal entsteht.

Zu den Erweiterungen gehört schließlich noch ein Rückkopplungsnetzwerk aus den Bauelementen C1 und R1.

Es ist nicht ganz einfach, die Funktionsweise dieses Filters populär zu erklären, deshalb wird auch nur eine Art Versuch unternommen, der hoffentlich gelingt (Bild 4).

Die Spannungen, die an den Schaltungspunkten auftreten, haben alle einen Namen bekommen, die Doppelpfeile geben jeweils an, zwischen welchen Punkten die betreffenden Spannungen anzutreffen sind.

Uein ist die Eingangsspannung der Schaltung, das zu entrumpelnde Nutzsignal, Uaus ist die Ausgangsspannung des Filters. Ua ist die Spannung an der Stelle, wo die Rückkopplungsleitung über R1 vorne ankommt, Ub schließlich ist die Eingangsspannung des Verstärkers. Diese Spannungen sind alle auf Masse bezogen, nicht dagegen die Spannung UC1 über dem Kondensator C1. Zu beachten ist bei allen folgenden Überlegungen, daß die Spannungen

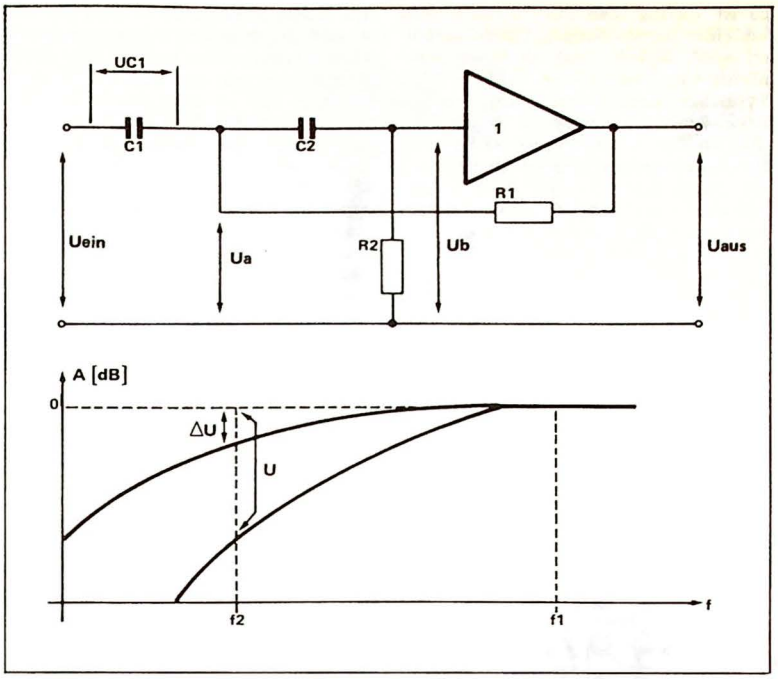
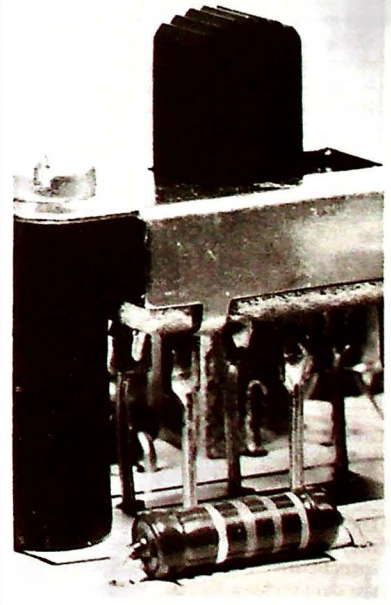


Bild 4. *Prinzip des aktiven Rumpelfilters. Die Spannungen an den verschiedenen Schaltungspunkten und ihr logischer Zusammenhang sind im Text ausführlich erläutert, auch der „bessere" Frequenzgang dieser Schaltung wird begründet.*

Uaus und Ub gleiche Amplitude haben, da der Verstärker genau 1 x verstärkt. Zunächst soll das Schaltungsverhalten quenz, f1 in Bild 4, untersucht werden.
Bei hohen Frequenzen hat der Kondensator C1 einen niedrigen kapazitiven Widerstand, somit ist Ua gleich Uein, denn an C1 fällt keine Spannung (bei idealer Betrachtung) ab, UC1 ist Null. Für C2 gilt ebenfalls, daß er einen niedrigen Widerstand hat, so daß auch die Spannung Ub die Amplitude des Eingangssignals hat. Der Verstärker ändert zwischen seinem Ein- und seinem Ausgang nichts an der Amplitude, er hat den Verstärkungsfaktor 1. Zwischen Ein- und Ausgang des gesamten Verstärkers ist von Abschwächung nichts festzustellen (0 dB). Man kann sich die Sache auch anders klarmachen, indem man sich zunächst die beiden Widerstände wegdenkt. Das Eingangssignal (es stammt aus einer selbstverständlich niederohmigen Signalquelle) gelangt über zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren, die bei der angenommenen hohen Frequenz einen zu vernachlässigenden Widerstand haben, ungeschwächt auf einen Verstärker mit dem Verstärkungsfaktor 1, somit ist es auch am Ausgang mit voller Amplitude anzutreffen. Jetzt kommen die Widerstände der Reihe nach hinzu: R2 liegt wechselspannungsmäßig über C1 und C2 an den Ausgangsklemmen der im Bild nicht eingezeichneten, vergleichsweise sehr niederohmigen Signalquelle, ist also ein hochohmiger Widerstand, der zu einem niederohmigen parallel geschaltet wird. Das ändert am Schaltungsverhalten gar nichts. R1 liegt über C1 mit einer Seite an einem wechselspannungsmäßig gegen Masse niederohmigen Punkt, nämlich am Generatorausgang; mit der anderen Seite aber auch, denn der Verstärkerausgang ist ebenfalls niederohmig. Widerstand R1 ist somit relativ sehr hochohmig und hat keinen Einfluß. Im Übrigen verbindet er zwei Schaltungspunkte, die sowieso dieselbe Spannung (einschließlich der Phasenlage) haben, so daß er schon aus diesem Grunde nichts bewirken kann. Soweit die Betrachtung für ein höherfrequentes Eingangssignal.
Die Frequenz f2 in Bild 4 ist niedriger, sie liegt in dem Bereich, in dem das Filter tatsächlich eine Funktion hat.
Für das Verständnis ist es zweckmäßig, sich den Widerstand R1 zunächst wegzudenken, es gibt also noch keine Rückkopplung. Die kapazitiven Widerstände der beiden Kondensatoren sind bei der angenommenen niedrigen Frequenz des Eingangssignals nicht zu vernachlässigen, sie liegen in der Größenordnung der Widerstandswerte von R1 und R2. Der Einfachheit halber werden die kapazitiven Widerstände im Folgenden als „Widerstände" bezeichnet.
Am Generatorausgang liegt die Reihenschaltung C1, C2, R2. Widerstand R1 ist ja noch nicht da, und der Verstärkereingang ist hochohmig, er spielt nicht mit. Die genannte Reihenschaltung bildet einen Spannungsteiler für das Eingangssignal. Am ersten Knotenpunkt C1/C2 hat die Spannung bereits um einen Betrag UC1 an Amplitude verloren, die Spannung Ua ist bereits kleiner als Uein. An C2 entsteht der nächste Spannungsabfall, Ub hat eine noch geringere Amplitude als Ua. Der Verstärkereingang liegt an diesem zweiten Knotenpunkt des Spannungsteilers, dank des Verstärkungsfaktors = 1 hat Uaus denselben Betrag wie Ub, ist also ebenfalls gegenüber Ua verringert.
Nun kommt R1 hinzu. Er liegt an zwei Schaltungspunkten mit unterschiedlicher Spannung, nämlich Ua und Uaus. Eine Spannung an einem Widerstand bedeutet, daß ein Strom fließt. Der Weg, den dieser Strom nimmt, lautet: Generatorausgang, C1, R1, Ausgang des Verstärkers nach Masse (der Verstärkerausgang ist wechselstrommäßig niederohmig gegen Masse, es handelt sich somit nicht um den Schaltungsausgang, über den der Strom fließt. Die Sache funktioniert in der beschriebenen Weise auch dann, wenn am Rumpelfilter-Ausgang nichts angeschlossen ist.
Bevor Widerstand R1 in die Betrachtung einbezogen wurde, floß über C1 nur der Querstrom des Spannungsteilers C1, C2, R2. Jetzt fließt zusätzlich ein Strom über C1, R1, so daß der Spannungsabfall UC1 größer ist, als zunächst angenommen.
Ohne die Rückkopplung hätte sich die Schaltung wie das beschriebene passive Filter Bild 1 verhalten, denn C1 und C2 könnte man dann durch einen einzelnen Kondensator ersetzen, weil der Knotenpunkt zwischen beiden Cs nicht benutzt wird, und der Verstärker hätte keine an-



dere Funktion, als dem Filter einen niederohmigen Ausgang zu verpassen; die Anordnung wäre noch immer ein passives Filter. So aber entsteht an C1 ein zusätzlicher Spannungsabfall, den über C2 auch der Verstärkereingang und natürlich auch der Verstärkerausgang zu spüren bekommen.

Das aktive Filter Bild 4 schwächt somit niederfrequente Signalanteile (f2) stärker ab als das passive Filter Bild 1.

Die Grafik in Bild 4 zeigt dies anschaulich. Während das passive Filter die Amplitude A eines Signals mit der Frequenz f2 nur um den Betrag ΔU abschwächt, bewirkt das aktive Filter die wesentlich stärkere Abschwächung U. Dank der Rückkopplung erhält man ein Rumpelfilter mit einer größeren „Steilheit".

Es ist wichtig, daß das Filternetzwerk aus einer niederohmigen Quelle gesteuert wird, deshalb liegt im Eingang zunächst eine Emitterfolger-Stufe mit T1. Typisches Kennzeichen: Kollektor an Plus, Emitter über einen Widerstand (R3) an Masse. Ausgang ist der Emitter. Das Eingangssignal gelangt über C1 auf die Stufe, C1 dient zur Entkopplung von einer etwa vorhandenen Gleichspannung am Ausgang der Steuerquelle.

Die beiden Widerstände R1 und R2 dienen zur Gleichspannungseinstellung der Stufe T1. Eine Spannungsverstärkung zwischen Eingang und Ausgang findet beim Emitterfolger nicht statt, der Verstärkungsfaktor ist 1.

Am Ausgang der Stufe beginnt das eigentliche Filter. Als Verstärker dient ebenfalls ein Emitterfolger, da der Verstärkungsfaktor 1 betragen soll und es hier nur auf einen hohen Ein- und einen niedrigen Ausgangswiderstand der Stufe ankommt.

Zur Gleichspannungseinstellung dienen R5 und R6.

Die Kondensatoren C1 und C2 aus Bild 4 sind durch je drei mit unterschiedlichen Werten ersetzt worden, von denen jeweils einer mit dem Schalter S1 (Sektoren a und b) angewählt wird. Das Rumpelfilter hat dank dieser Umschaltmöglichkeit drei wählbare „Eckfrequenzen", die man populär als „Einsatzpunkte" der Abschwächung auf der Frequenzskala bezeichnen könnte. Für die Rumpelfrequenzen ergeben sich damit drei verschiedene Grade der Abschwächung.

R4 ist der Rückkopplungswiderstand R1 aus Bild 4. Er liegt „richtig" zwischen den beiden Kondensatoren einerseits und am Verstärkerausgang (Emitter T2) andererseits.

Widerstand R6 liegt in der Schaltung so, wie R2 in Bild 4, nämlich zwischen dem Verstärkereingang (hier: Basis T2) und Masse. Allerdings ist trotzdem keine volle Übereinstimmung gegeben, denn wechselspannungsmäßig liegt zwischen Basis und Masse auch der Widerstand R5, die „Masseverbindung" kommt über

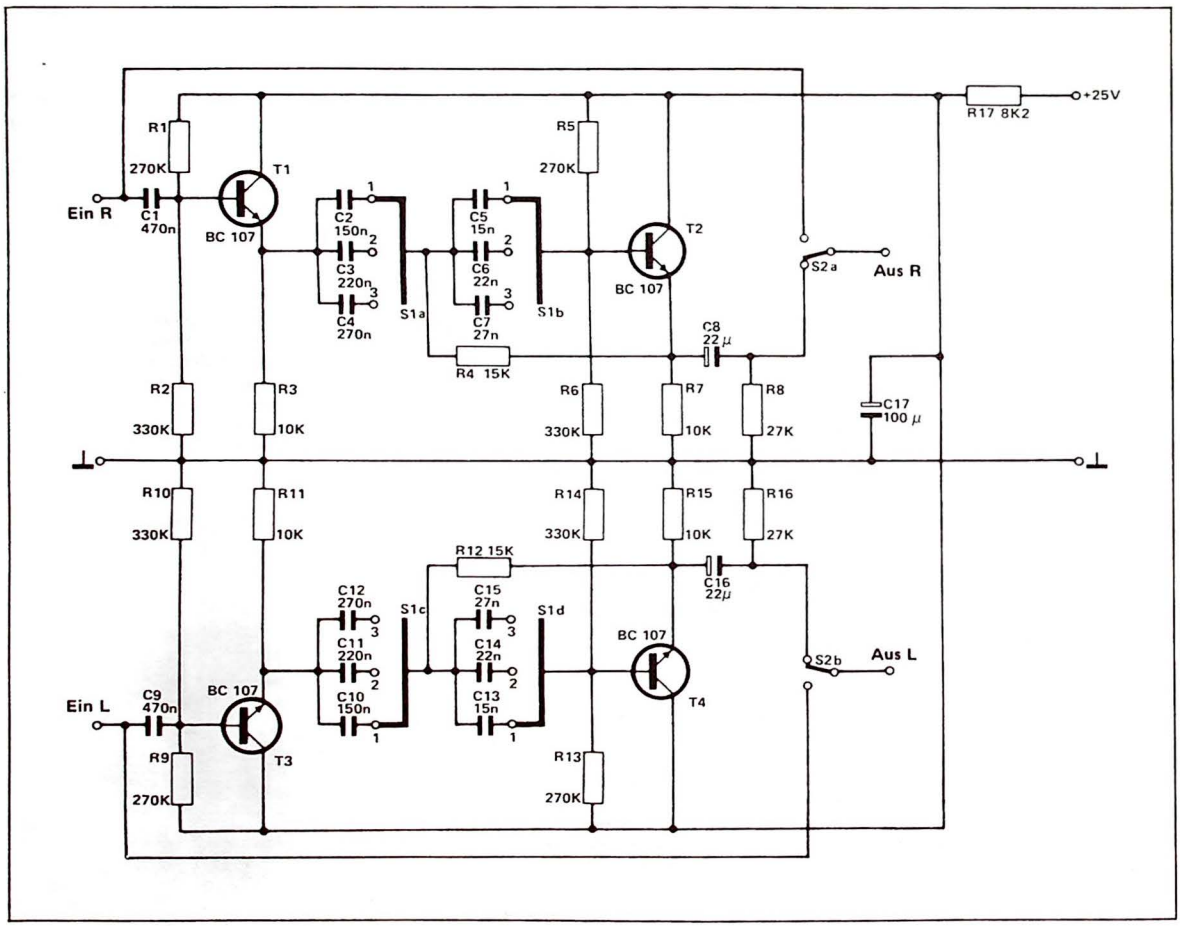
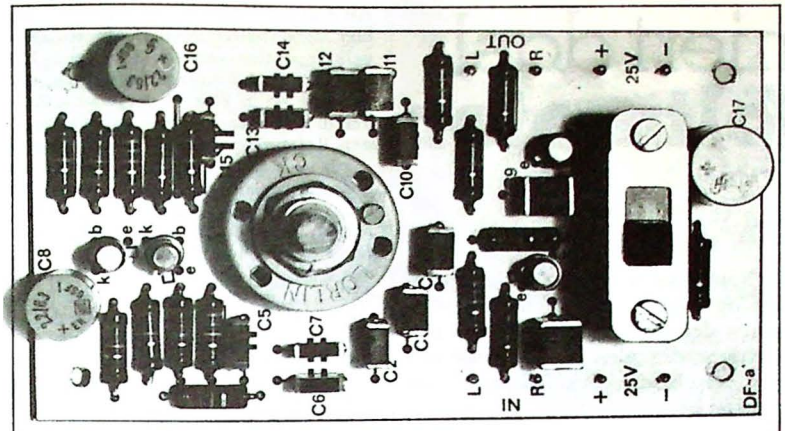


Bild 5. *Die Gesamtschaltung des Rumpelfilter-Moduls für zwei Kanäle (Stereo). Der Print ist ebenfalls zweikanalig ausgeführt.*

Gesamtschaltung

Die in Bild 5 angegebene Schaltung (Stereo) entspricht in jeder Hinsicht dem besprochenen Funktionsprinzip. Folgen wir dem rechten Kanal:



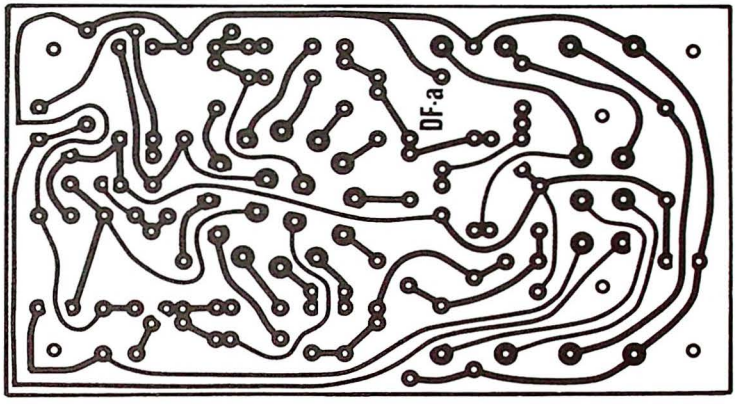


Bild 6. *Printlayout für das Rumpelfilter-Modul. Das Layout zeigt eine auffällige Ähnlichkeit der Schaltung mit dem bereits früher beschriebenen Rauschfilter, die kein Zufall ist, da z.B. die Schalter in beiden Geräten vorhanden sind.*

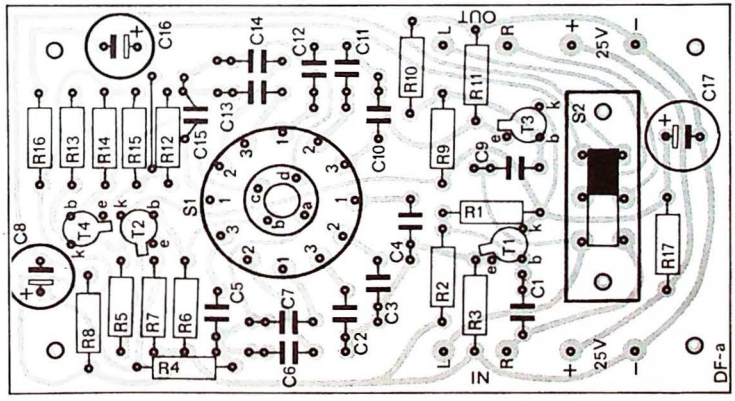


Bild 7. *Die Bestückungszeichnung für den Print. Zwischen den Widerständen R12 und R15 ist eine Drahtbrücke anzubringen, am besten, bevor man mit der übrigen Bestückung beginnt.*

den Siebkondensator C17 zustande, der zwischen Plus und Masse liegt und natürlich einen sehr geringen kapazitiven Widerstand hat. Somit liegt wechselspannungsmäßig R5 parallel zu R6, und wenn man genau hinsieht, entdeckt man noch einen Parallelwiderstand, nämlich den Eingang des Verstärkers. Der Eingangswiderstand ist jedoch so hoch, daß er vernachlässigt werden kann. Wirksam wird die Parallelschaltung R5/R6, der resultierende Widerstand, entsprechend R2 in Bild 4, beträgt ca. 150 k-Ohm. Dies ist der zehnfache Wert des Widerstandes R4 (Rückkopplungswiderstand R1 in Bild 1). Auch die Kapazitätswerte C2 : C5 stehen im Verhältnis 10 : 1. Diese Dimensionierungsweise ist typisch für Filter der hier besprochenen Art.

Über C8 wird das Signal vom Emitter ausgekoppelt. Mit Schalter S2 kann man zwischen „Rumpelfilter im Signalweg" und „Rumpelfilter umgehen" wählen.

Bauhinweise

Umter Berücksichtigung des Bestükkungsplans (Bild 7) und der Illustrationen dürfte der Aufbau der Schaltung kaum Schwierigkeiten bereiten. Man beginnt mit der Drahtbrücke, die zwischen den Widerständen R12 und R15 verläuft. Die acht Lötstifte für Ein- und Ausgänge sowie die Speisespannung kommen auf die Kupferseite, weil es zweckmäßig ist, die Verbindungen zwischen den Modulen von hinten zu stekken. Es schließen sich die Bauelemente mit zunehmender Bauhöhe an. Bei den Elkos muß man darauf achten, daß sie keine größere Bauhöhe als 20 mm haben, weil sonst die Frontplatte nicht ordnungsgemäß montiert werden kann. Der Umschalter für die Eckfrequenzen des Filters (S1) paßt genau in den Print, wenn man das Modell C & K, Typ Lorlin, mit Lötspießen zur Verfügung hat. Hat der Schalter Lötösen, so kann man diese mit dem Seitenschneider quasi „halbieren", sie passen dann auch in die Printbohrungen.

Der Schiebeschalter 2 x UM (S2) wird für den Einbau vorbereitet, indem man an die Lötösen kurze, blanke Drahtstükke anlötet. Dann steckt man die beiden Schrauben durch den Print und dreht zunächst je eine Mutter auf. Dann kann man den Schalter anschrauben; anschliessend werden die Muttern fest gegen den Print geschraubt. Es ist anzuraten, vor der Montage zwei Isolierscheiben oder kleine Stücke Karton unterzulegen, da die Kupferbahnen ziemlich nahe an den Befestigungslöchern vorbeiführen.

Der Print kann nun mit der schwarzen oder silbernen Frontplatte - je nach Geschmack - verschraubt werden, dazu dienen zwischen Print und Frontplatte je vier Gewinderöhrchen (vorne) und vier Abstandsröhrchen, die zusammen einen Abstand von 20 mm zwischen Frontplatte und Print ergeben.

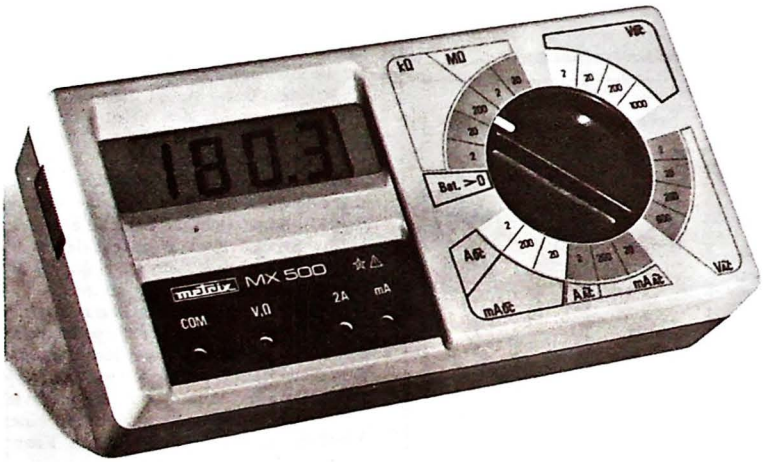
Das Rumpelfilter kann nun auf die bekannte Weise in das Modulsystem aufgenommen werden. Mit kurzen, blanken Drahtstücken, die angelötet werden, oder mit kurzen Steckverbindern stellt man die elektrischen Verbindungen zu den benachbarten Modulen her. Der logische Platz innerhalb einer größeren Modul-„Sammlung" ist natürlich vor oder hinter dem Rauschfilter.

So funktioniert das!
Digital-Voltmeter
(Teil 2)

Im ersten Teil dieser Serie, in Heft 2/79, ging es um die Funktionsgruppen in einem DVM. Dabei wurden analoge und digitale Schaltungseinheiten gezeigt. Die Schnittstelle zwischen der eingangsseitigen analogen Signalverarbeitung und der ausgangsseitigen digitalen Arbeitsweise bildet der Analog/Digital-Wandler. Es gibt verschiedene Verfahren für die A/D-Umsetzung, aber das hier beschriebene hat den Vorzug, daß es relativ leicht verständlich ist. In den weiteren Folgen dieser Beitragsreihe sollen jedoch auch andere, kompliziertere Verfahren besprochen werden. Dank der ausführlichen Erklärung aller Funktionsgruppen bleibt die Darstellung jedoch leicht verdaulich.

Selbstverständlich sind heute in den speziellen DVM-ICs alle Funktionsgruppen mit Ausnahme des Eingangsspannungsteilers, der Anzeige und etwaiger Meßvorsätze für andere Meßgrößen integriert, so daß ein modernes DVM im Westentaschenformat, etwa mit den Abmessungen eines Taschenrechners oder eines kleinen Zeiger-Vielfachinstrumentes schon keine Besonderheit mehr darstellt.

Verschiedene Ausführungsformen, Daten und Preise erschwinglicher DVMs und DVM-Bausätze ergänzen diese Beitragsreihe, so daß man einen guten Überblick über den Stand der Technik bekommt.



Das ist ein professionelles Gerät und kostet entsprechend mehr: das MX 500 von ITT-Metrix (Stuttgart), zum Preis von DM 475,- + MwSt. Dank der LCD- (Flüssigkristall-) Anzeige hat dieses Multimeter einen sehr niedrigen Stromverbrauch, es läuft mit zwei 9 Volt-Batterien ca. 1000 Stunden. Die Display-Ziffern sind 18 mm hoch, Polarität und Überlastung werden angezeigt.Für dieses Gerät gibt es eine Menge Zubehör, gerade hier wird deutlich, daß es sich um ein Profi-Instrument handelt: Tastkopf mit Spannungsteiler für 3 Kilo-Volt, Hochspannungssonde 30 Kilo-Volt, Temperaturfühler, Nebenwiderstand für 15 Ampere, Stromwandlerzange für Ströme bis 200 Ampere und bis 1000 Ampere.

Als Analog/Digital-Wandler wird bei dem hier vorgestellten Meßprinzip ein Doppelkomparator verwendet. Diese Schaltung hat drei Eingänge und einen Ausgang, sie ist in Bild 11 dargestellt. Zwei der drei Eingänge liegen an verschiedenen Referenzspannungsquellen, sie sind somit - bis auf weiteres - auf bestimmte Spannungen eingestellt. Am dritten Eingang, der in Bild 11 mit „Ein" bezeichnet ist, liegt eine Spannung, deren Wert sich laufend ändert. Vom Betrag der beiden Referenz- (Vergleichs-) Spannungen und dem momentanen Wert der Spannung am Eingang des Komparators hängt es ab, was sich am Ausgang tut.

Hat die Spannung Uein einen höheren Wert als die kleinere der beiden Referenzspannungen, ist aber niedriger als die höhere Referenzspannung, dann ist der Ausgang positiv. Wie hoch die Ausgangsspannung tatsächlich ist, spielt keine Rolle, weil es hier bereits um ein digitales Signal geht, der Ausgang ist somit H. Hat die Spannung Uein dagegen einen Momentanwert, der nicht zwischen den beiden Referenzspannungen liegt, so ist der Ausgang auf Null (L).

Der Komparator vergleicht also in jedem Augenblick die veränderliche Spannung mit den beiden Referenzspannungen.

Die Grafiken in Bild 11 zeigen die Zusammenhänge besser, als sie sich mit Worten beschreiben lassen. Die durch-

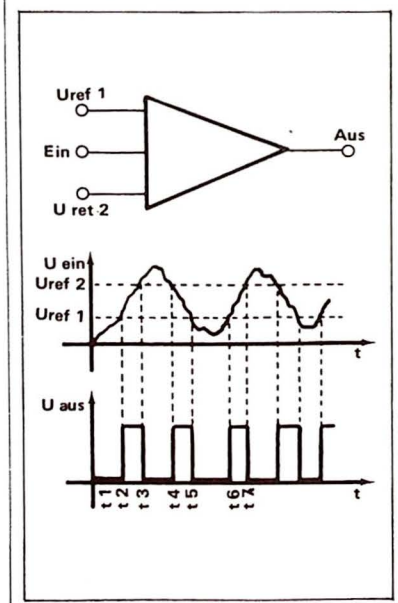


Bild 11. *Der Doppelkomparator. Oben das Schaltungssymbol (ähnlich einem Operationsverstärker), unten eine Grafik, die das Verhalten des Komparators erläutert. Die Ausgangsspannung ist positiv, solange die Eingangsspannung Uein einen Betrag hat, der zwischen den Werten der beiden Referenzspannungen Uref1 und Uref2 liegt.*

gezogene Kurve stellt die Spannung am Eingang dar, die beiden Referenzspannungen sind als gestrichelte Linien angedeutet, die Linien sind gerade, weil es sich bei Uref1 und Uref2 um konstante Gleichspannungen handelt.
Zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 hat die veränderliche Spannung einen Wert, der unterhalb der niedrigeren Referenzspannung Uref1 liegt. Der Komparatorausgang zeigt L. Zum Zeitpunkt t2 erreicht die Spannung Uein den Wert von Uref1. Der Komparatorausgang geht auf H und bleibt in diesem Zustand, solange der Betrag der Spannung Uein zwischen den beiden Referenzspannungen liegt. Zum Zeitpunkt t3 überschreitet Uein den Betrag der Referenzspannung Uref2, der Komparatorausgang geht wieder auf L. Der Rest der Grafik läßt sich leicht verstehen, unten ist die Komparator-Ausgangsspannung dargestellt.

Gleichspannungsmessung

Nach der Lektüre des ersten Teils weiß man, daß die digitale Ziffernanzeige ihre Steuersignale von einem digitalen Impulszähler bekommt. Dieser Zähler wiederum erhält seine Zählimpulse von einem Rechteckgenerator.
Weiterhin dürfte klar sein, daß ein Zusammenhang bestehen muß zwischen dem Betrag der Meßspannung und der Anzahl der Impulse, die der Zähler verarbeitet und an die Anzeige weitergibt. Wenn z.B. eine Spannung von 147 Volt am Eingang des DVMs liegt, dann muß auf dem Display die Zahl 147 erscheinen. Dies kann jedoch nur funktionieren, wenn der Zähler 147 Impulse gezählt hat bzw. eine gleichwertige Information, z.B. ein ganzzahliges Vielfaches von 147 an Impulsen, erhalten hat.
Ist die Meßspannung doppelt so hoch, dann muß auch die Zahl der Impulse doppelt so hoch sein, damit ein linearer Zusammenhang zwischen Meßspannung und Anzeige zustande kommt.
Die Umsetzung einer Meßspannung in eine Impulskette mit bestimmter Länge geschieht in zwei Schritten. Zunächst wird ein Impuls erzeugt, dessen Breite proportional zur Meßspannung ist. Mit diesem Impuls läßt sich eine Impulskette erzeugen, deren Länge ebenfalls proportional zur Meßspannung ist.
Der erste Schritt wird von den in Bild 12 gezeigten Funktionsgruppen realisiert: dem Doppelkomparator mit dem linearen Sägezahngenerator, der in Teil 1 beschrieben wurde.
Die Ausgangsspannung des Sägezahngenerators liegt am mittleren Eingang des Komparators. Der untere Referenzspannungs-Eingang liegt auf Null Volt, während am oberen Referenzeingang die Meßspannung steht.
In Bild 12 sind für zwei verschiedene Werte der Meßspannung die Grafiken eingezeichnet, die das Schaltungsverhalten erläutern.
Zum Zeitpunkt t1 ist die Sägezahnspannung im negativen Bereich und somit niedriger als die Spannung am unteren Referenzeingang. Der Ausgang des Komparators zeigt somit L. Nach einer bestimmten Zeit, die von der Frequenz der Sägezahnspannung abhängt, geht die Spannung durch Null. Dies ist der Zeitpunkt t2, jetzt sind somit die Spannungen am mittleren Eingang und am unteren Referenzeingang gleich groß, so daß der Komparator seinen Ausgang auf H schaltet.
Bis zum Zeitpunkt t3 steigt die Sägezahnspannung weiter an, erreicht jedoch erst bei t3 den Betrag der Meßspannung am oberen Referenzeingang, so daß der Komparatorausgang bis zu diesem Zeitpunkt H bleibt. Sobald die beiden Spannungen jedoch gleiche Werte haben, schaltet der Komparatorausgang nach L. Wie lange die Zeitspanne zwischen t2

Ein Bausatz-Digital-Multimeter, der Typ 2000 von Jet-Electronics. Kostenpunkt: DM 269,- Meßgrößen und Meßbereiche werden mit Tasten eingestellt. Das Gerät hat eine 9 mm hohe LED-Anzeige, Überlauf und Polarität werden angezeigt. Es ist sowohl Netz- als auch Batteriebetrieb möglich. Der Nullabgleich erfolgt automatisch, aber Eichen ist natürlich erforderlich (s. auch den Beitrag „ESQ" in dieser Ausgabe). Für eine der nächsten Ausgaben ist ein Bausatz-Testbericht des DVM 2000 geplant.

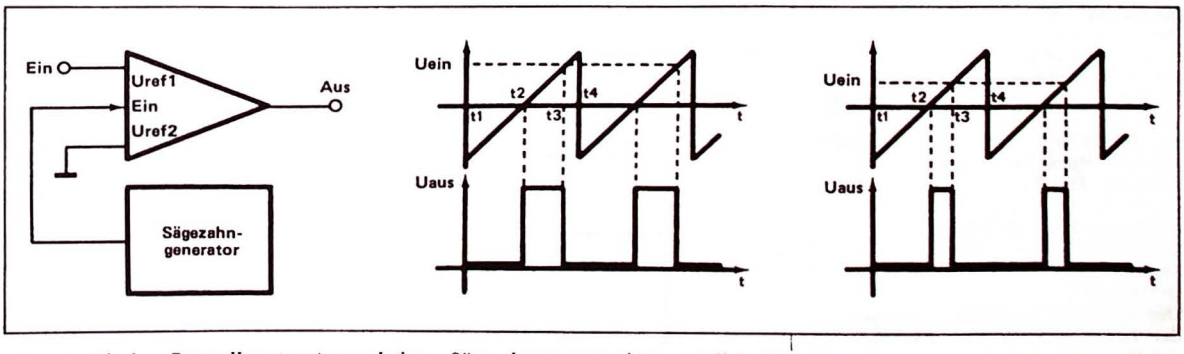


Bild 12. *Mit dem Doppelkomparator und einem Sägezahngenerator ist es möglich, einen Impuls zu erzeugen, dessen Impulsbreite zu einer Gleichspannung (hier: Meßspannung) proportional ist. Bei jedem Sägezahn-Impuls wird die Meßspannung auf ihren Betrag abgefragt, jedesmal entsteht am Komparator ein Rechteckimpuls, dessen Breite die Meßwertinformation darstellt.*

und t3 dauert, hängt von zwei Größen ab, von der Höhe der Meßspannung und von der „Anstiegsgeschwindigkeit" der Sägezahnspannung. Die letzte Größe ist vorgegeben durch die Frequenz des Sägezahngenerators, so daß die Zeitspanne t2...t3 tatsächlich ein Maß für den Betrag der Meßspannung ist. Während dieser Zeitspanne ist der Komparatorausgang H, somit ist die Breite (Dauer) des am Komparatorausgang entstehenden Impulses ebenfalls proportional zur Meßspannung. Ein solcher Impuls entsteht während jeder Periode der Sägezahnspannung, also bei jedem „Zahn", um es ganz unwissenschaftlich, aber ganz verständlich auszudrücken. Die Meßspannung wird somit mit der Sägezahnfrequenz abgefragt bzw. gemessen, wenn man die Impulsbreite der Komparatorausgangspannung als Meßwert betrachtet.

Ganz klar wird die Sache anhand des zweiten Beispiels, hier hat die Meßspannung einen niedrigeren Wert, somit ist auch die Impulsdauer geringer.

Da die Sägezahnspannung einen linearen zeitlichen Verlauf hat, entsteht ein linearer proportionaler Zusammenhang zwischen der Impulsbreite und der Meßspannung. Hat z.B. die Meßspannung den Betrag 1 Volt, und gehört zu diesem Wert eine Impulbreite von 100 Millisekunden, so gehört zu einer Meßspannung von 2 Volt eine Impulsbreite von 200 Millisekunden usw.

Je besser die Linearität des Sägezahns, um so exakter geschieht die Umsetzung Spannung/Impulsbreite.

Hinter der soeben beschriebenen Funktionsgruppe liegt die Meßwertinformation bereits in digitaler Form vor, aber ein Zähler, der die digitale Anzeige steuern soll, kann mit der Impulsbreite nicht viel anfangen, er interessiert sich für die Anzahl von Impulsen einer Impulskette. Der zweite Funktionsblock ist in der Lage, aus der Impulsbreite eine Impulskette mit einer bestimmten Länge, also mit einer bestimmten Anzahl von Impulsen zu erzeugen. Das in der ersten Folge beschriebene Zählgatter hat zwei Eingänge. Am ersten Eingang liegt das Ausgangssignal eines Rechteckgenerators, der eine bestimmte Frequenz haben muß, über die später noch zu sprechen sein wird. Am zweiten Eingang liegt das Ausgangssignal des Doppelkomparators (Bild 13).

Die Grafik in Bild 14 zeigt die Impulse an den beiden Gattereingängen und am Ausgang. Der Rechteckgenerator arbeitet stetig, er erzeugt also ununterbrochen seine Impulse. Das Gatter aber läßt diese Impulse nur passieren, wenn die Spannung am unteren Eingang positiv (H) ist.

Das ist nur während der Impulsdauer T der Fall, wenn der Doppelkomparator auf H ist. Die Impulsdauer ist, wie gezeigt wurde, ein Maß für die Meßspannung. Somit ist auch die Länge der Im-

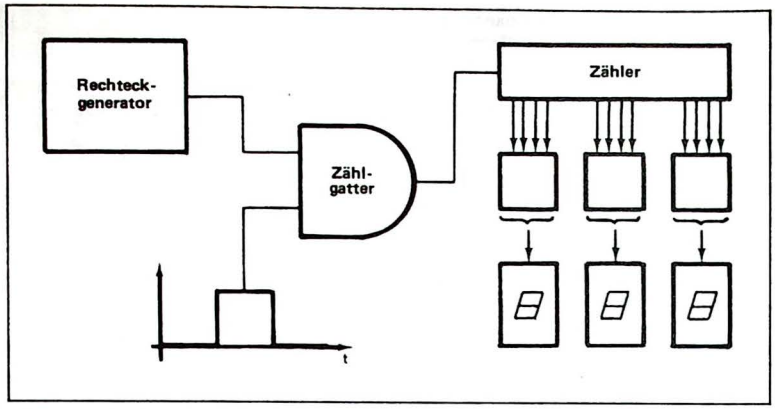


Bild 13. *Mit einem Zählgatter und einem Rechteckgenerator kann eine Impulskette erzeugt werden, die zu der Breite des Komparator-Ausgangsimpulses proportional ist.*

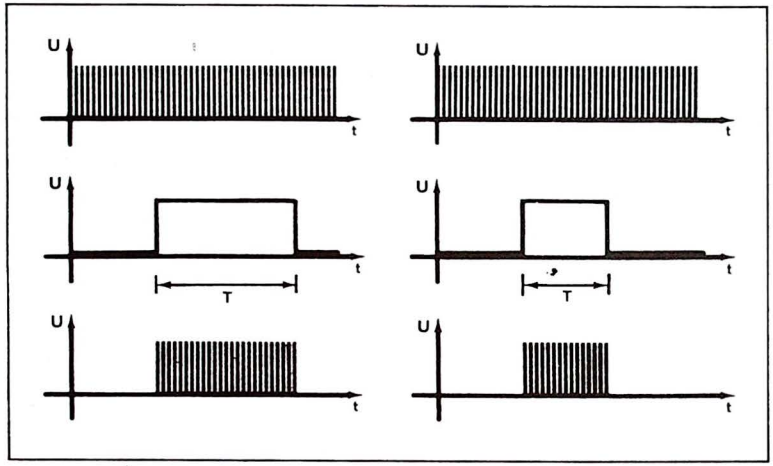


Bild 14. *Zwei Beispiele verschieden breiter Ausgangsimpulse des Komparators zeigen hier deutlich, wie die Proportionalität zwischen Impulsbreite und Anzahl der Impulse, die auf den Zähler gelangen, zustande kommt.*

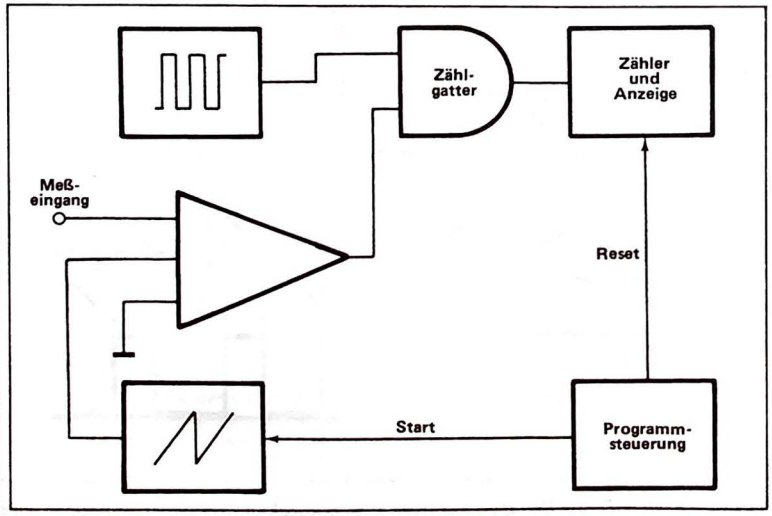


Bild 15. *In einem DVM ist eine Steuereinheit erforderlich, die für den richtigen zeitlichen Ablauf aller Funktionen während eines Meßzyklus' sorgt.*

pulskette, die jedesmal am Gatterausgang erscheint, wenn der Komparator H ist, proportional zur Meßspannung.
Ausgehend von den genannten Zahlenbeispielen könnte man jetzt festlegen, daß während der Zeitspanne T = 100 ms, die zu einer Meßspannung von 1 Volt gehört, 100 Impulse aus dem Rechteckgenerator über das Zählgatter auf den Eingang des Impulszählers gelangen sollen. Diese 100 Impulse muß der Rechteckgenerator während 100 ms (= 0,1 s) erzeugen, in der Sekunde sind es somit 1000 Impulse; der Rechteckgenerator muß somit für den soeben frei gewählten Umsetzungsfaktor eine Frequenz von 1 kHz haben.
Bei einer Eingangsspannung von 2 Volt ist das Zählgatter doppelt so lange offen, also 200 ms. In dieser Zeit gelangen bei der Frequenz 1 kHz 200 Impulse auf den Zähler. Wenn der Zähler so geschaltet ist, daß er die Zahl der Impulse zur Anzeige bringt, dann braucht man nur noch an passender Stelle einen Dezimalpunkt, um den Meßwert korrekt ablesen zu können.

Ein Blockschema

In diesem Abschnitt wird gezeigt, mit welchen Funktionsgruppen ein DVM aufgebaut werden kann. Der Abschnitt trägt mit Absicht die Überschrift „Ein Blockschema", weil es auch andere Verfahren der Analog/Digital-Wandlung gibt. Mit dem Zusammenfügen der beiden besprochenen Wandler-Funktionsgruppen entsteht leider noch kein vollständiges DVM, so einfach ist die Sache nicht.
So muß zum Beispiel dafür gesorgt werden, daß der Zählerinhalt nach jedem Meßvorgang gelöscht wird, damit nicht eine Addition der Impulse stattfindet. Der Zähler ist für Löschen des Inhaltes vorbereitet, dazu hat er einen Reseteingang. Zum Löschen gibt man einen kurzen H-Impuls auf den Reseteingang. Selbstverständlich muß dieser Resetimpuls zu einem bestimmten Zeitpunkt kommen, nämlich zwischen zwei Messungen. Man erkennt schon aus dieser Forderung, daß irgendwo im DVM eine Art Steuerzentrale sein muß, die dafür sorgt, daß die einzelnen Vorgänge bei einem Meßvorgang zur richtigen Zeit stattfinden.
Das Blockschema in Bild 15 zeigt außer den bereits bekannten Einheiten einen als „Programmsteuerung" bezeichneten Block. Diese Einheit erzeugt zwei Impulse, mit denen die übrigen Gruppen so gesteuert werden, daß sie zum richtigen Zeitpunkt ihre Arbeit verrichten.
Bild 16 zeigt im zeitlichen Zusammenhang, also über einer gemeinsamen Zeitachse, alle wichtigen Vorgänge während des Messens. Es sind zwei Meßvorgänge dargestellt, davon einer vollständig. Der erste Meßzyklus beginnt zum Zeitpunkt t0. Am Ausgang der Programmsteuerung erscheint ein kurzer positiver Impuls,

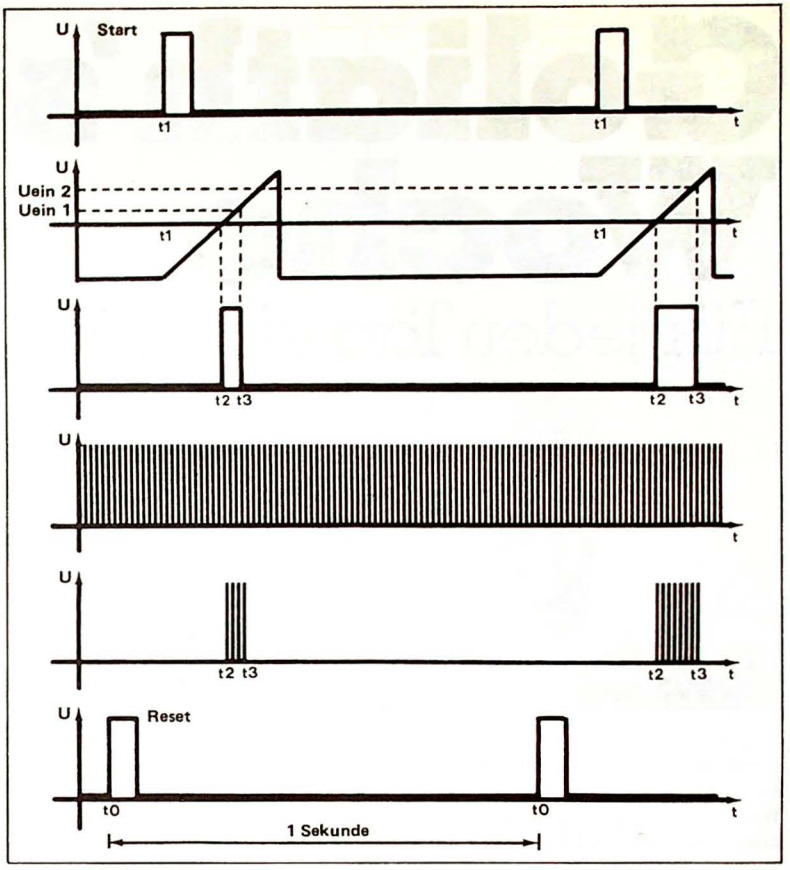


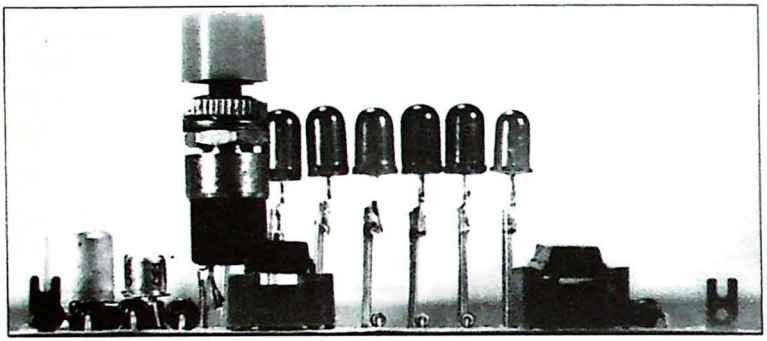
Bild 16. *Der zeitliche Verlauf der Spannungen bzw. der logischen Zustände an den verschiedenen Schaltungspunkten des in Bild 15 dargestellten DVMs.*

der den Reset des Zählers auslöst. Der alte Zählerinhalt wird gelöscht, die Anzeige lautet Null Volt.
Kurz danach, zum Zeitpunkt t1, kommt der Startbefehl für den Sägezahngenerator, auch ein kurzer, positiver Impuls. Der Generator läuft daraufhin aber nur „einen Zahn lang", dann stoppt er bis zum nächsten Startbefehl. Hier tritt also eine Neuerung auf, der Sägezahngenerator hat im Ruhezustand eine fixe Ausgangsspannung, die dem Startniveau entspricht.
Am Ausgang des Komparators erscheint, wie beschrieben, ein Impuls, dessen Breite proportional zur Meßspannung ist. Solange dieser Impuls dauert, wird der Zähler über das Gatter mit Rechteckimpulsen „gefüttert". Zum Zeitpunkt t3 endet die Impulskette, denn der Komparatorausgang geht nach L, so daß das Zählgatter dicht macht.
Der Zähler kann jetzt bis zum Beginn des nächsten Meßzyklus (wiederum in der unteren Darstellung in Bild 16 als t0 bezeichnet) das Resultat zur Anzeige bringen. Wenn die Meßzyklen schnell aufeinander folgen und das Verhältnis Anzeige-Zeit zu Meß-Zeit groß ist, kann man die Anzeige sogar vernünftig ablesen, die AUS-Zeit und das Hochlaufen der Anzeige auf den Meßwert stören nicht allzu sehr. Selbstverständlich ist es besser, mit dem letzten Meßwert einen Speicher zu laden und den Wert für die volle Dauer eines Meßzyklus anzuzeigen. Der Speicherinhalt wird dann nach Abschluß der nächsten Messung gegen den neuen Wert ausgetauscht, so daß die Unterbrechung der Anzeige nur sehr kurz ist. Aber im Prinzip funktioniert ein DVM auch ohne Zwischenspeicher.
Man kann sich nun fragen, ob das, was das Blockschema in Bild 15 zeigt, wirklich für ein DVM ausreicht, ob die Sache also tatsächlich so einfach ist. Ja, schon; aber die nächste Folge wird zeigen, daß an die Qualität der einzelnen Funktionsgruppen allerhöchste Ansprüche gestellt werden, wenn man vernünftig messen und gegenüber einem hochohmigen analogen Meßgerät einen Vorteil erzielen will.

(wird fortgesetzt)

Goliath's Woche

Für jeden Tag eine LED



Wenn zwei Leute zusammen sind, hat nach der Statistik einer von beiden eine Armbanduhr mit Datumsanzeige. Ist man sich über den Wochentag uneinig, so muß dagegen oft ein Kalender her, denn nur die anspruchsvolleren Uhren sind mit Wochentagsanzeige ausgestattet. Für selbstgebaute Digitaluhren gibt es Datumzusätze, diese Schaltungen sind jedoch so aufwendig, daß sie in die Klasse der „IC-Bergwerke" gehören.

Deshalb hat sich - aus Anlaß der zahlreich geäußerten Wünsche nach Zusatzschaltungen für die Goliath-Digitaluhr aus Heft 1/79 - das P.E - Labor entschlossen, einmal etwas anderes zu machen: eine Wochentagsanzeige. Sofern man von Nutzen bei den Kalenderschaltungen überhaupt reden kann, stehen bei „Goliath's Woche" Aufwand und Nutzen in einem vergleichsweise sehr günstigen Verhältnis.

Wenn es darum geht, von den sieben Wochentagen jeweils einen anzuzeigen, so ist eine Schaltung erforderlich, die sieben Lampen, LEDs oder andere passende Anzeigen steuert. Sicher könnte man eine Anzeige erfinden, die beim Aufleuchten den jeweiligen Wochentag voll ausgeschrieben zeigt oder zumindest abgekürzt, also SO, MO, DI usw., jedoch ist hierfür ein beträchtlicher Aufwand erforderlich, wenn man nicht mit Lampen arbeiten will, die ein Transparent von hinten durchleuchten. Und solche Transparente herzustellen, ist nicht jedermanns Sache, außerdem wirken die Dinger irgendwie altmodisch.

Deshalb wurde hier eine Entscheidung zugunsten einer sehr einfachen Lösung getroffen: Sieben LEDs in einer Reihe, von denen jeweils eine leuchtet, zeigen die Wochentage an. Die Frontplatte der Uhr wird entsprechend beschriftet. Übrigens kann jede Digitaluhr mit 24 h-Ausgang mit „Goliath's Woche" nachgerüstet werden.

Jeweils nachts beim Übergang von 24.00 nach 00.00 Uhr muß die LED des Vortages verlöschen und die nächste aufleuchten.

Ein Wochentagszähler muß somit mit 24 h-Impulsen gesteuert werden und bis sieben zählen können.

Der 24 h-Impuls kann der Goliath-Digitaluhr leicht abgezapft werden. Es ist derselbe Impuls, der dafür sorgt, daß der Stundenzähler von 24 h auf 00 h zurückspringt.

Als Zähler bis 7 kann der bereits bekannte 7490 dienen. Zwar zählt er normalerweise im Zehnerzyklus (von 0 bis 9), aber mit einem Trick ist es möglich, den Zyklus auf sieben Schritte zu begrenzen.

Dies zeigt die Wahrheitstabelle in Bild 1. In der linken Spalte ist die Anzahl der Impulse aufgeführt, die der Zähler bereits verarbeitet hat. Die vier anderen Spalten geben an, welche logischen Zustände die vier Ausgänge D...A des Zählers 7490 in Abhängigkeit von der Impulsanzahl aufweisen.

Zähl-impulse	Ausgänge D C B A
0	L L L L
1	L L L H
2	L L H L
3	L L H H
4	L H L L
5	L H L H
6	L H H L
7	L H H H
8	H L L L
9	H L L H

Bild 1. *Die Wahrheitstabelle des TTL-Zähler-ICs 7490.*

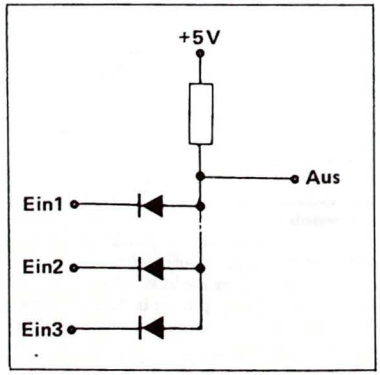


Bild 2. *Die Resetschaltung, die aus dem 7490 einen modulo-7-Zähler macht.*

Eingänge 1 2 3	Ausgang
L L L	L
L L H	L
L H L	L
L H H	L
H L L	L
H L H	L
H H L	L
H H H	H

Bild 3. *Die Wahrheitstabelle zu der Resetschaltung in Bild 2.*

Eingänge	Ausgänge									
DCBA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L L L L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L L L H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L L H L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L L H H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L H L L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L H L H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L H H L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L H H H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H L L L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H L L H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

Bild 4. *Wahrheitstabelle des BCD/Dezimal-Dekoders 7442.*

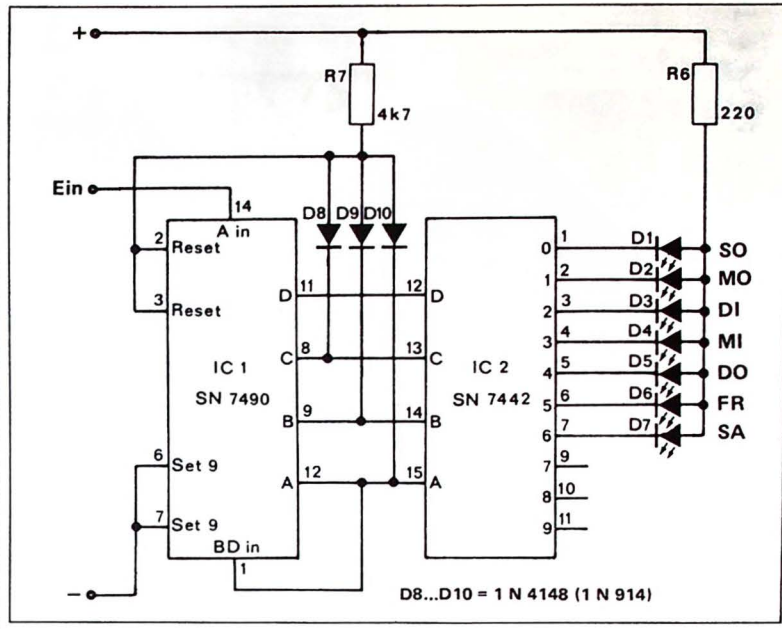


Bild 5. *Der als modulo-7-Zähler geschaltete 7490 mit dem BCD/Dezimal-Dekoder zur Steuerung der sieben LEDs für die Wochentage.*

Der Code, den die Zählerausgänge zeigen, ist so gewählt, daß ein H am Ausgang (also +5 Volt) eine Potenz von 2 darstellt. Ist z.B. Ausgang A auf H, so bedeutet dies $2^0 = 1$. Für Ausgang B gilt: $2^1 = 2$, für Ausgang C: $2^2 = 4$ und für Ausgang D schließlich: $2^3 = 8$. Bildet man die Summe aller Werte an den Ausgängen, die gerade H sind, so erhält man den jeweiligen Zählerinhalt.

Der Zähler kann wahlweise aus zwei Positionen heraus starten, nämlich bei der Null und bei 9. Läßt man ihn ab Null zählen, so ist der Zählerinhalt nach dem 6. Impuls 6, aber nach dem 7. Impuls wieder Null, so daß aufeinanderfolgend die Codes für 0...6 auftreten.

Bei dieser Arbeitsweise muß somit nach einer Möglichkeit gesucht werden, den Zähler mit dem 7. Impuls auf Null zurückzusetzen, den oder das Reset auszulösen.

Der Wahrheitstabelle in Bild 1 läßt sich entnehmen, daß der 7. Impuls die Zählerausgänge C...A auf H bringt, erst- und einmalig im Verlauf des gesamten Zyklus'. Bild 2 zeigt eine Schaltung, die ein H-Signal abgibt, wenn alle drei Eingänge auf H liegen. Der Ausgang der Schaltung liegt über einen Widerstand an +5 Volt. Wenn die Dioden nicht wären, hätte der Ausgang immer H. Jede Diode aber ist in der Lage, den Ausgang auf ein niedriges Potential zu ziehen (L-Zustand), wenn ihre Kathode auf L liegt. Sind alle drei Kathoden mit den Ausgängen C...A des Zählers verbunden, so ist der Ausgang der Schaltung Bild 2 auf L, bis der Fall C = H, B = H und A = H eintritt. Dann sind alle Dioden gesperrt, der Ausgang des Gatters (um ein solches handelt es sich bei der Schaltung in Bild 2) wird H.

In Bild 3 ist die Wahrheitstabelle für das Gatter angegeben. Es zeigt sich, daß der Ausgang nur H ist, wenn Eingang A und Eingang B und Eingang C H sind. Es handelt sich bei dieser Schaltung also um ein UND-Gatter.

Stellt man die Verbindung zwischen den betreffenden Zählerausgängen und den drei Eingängen des Gatters her, so erhält man den gewünschten Resetimpuls, wenn der Zähler den 7. Impuls verarbeitet. An den Ausgängen erscheint der Code für die 7, jedoch nur für sehr kurze Zeit, weil sofort der Reset nach Null stattfindet. Natürlich muß der Ausgang des Gatters mit dem Eingang „Reset auf Null" des Zählers verbunden werden.

Mit Hilfe des UND-Gatters ist der Zähler so präpariert, daß er im 7er-Zyklus zählt, man bezeichnet einen solchen Zähler auch als „modulo-7-Zähler.

Nun muß noch dafür gesorgt werden, daß bei jedem der sieben Ausgangszustände, die der Zähler im Verlauf eines Zyklus' annimmt, eine von sieben LEDs gesteuert wird. Die Zählerausgänge können nicht unmittelbar zur Steuerung der LEDs herangezogen werden, da sie für diesen Zweck „falsch codiert" sind. Vielmehr ist ein sogenannter BCD/Dezimal-Dekoder erforderlich. Ihn gibt es als fertiges TTL-IC, es ist der Typ 7442.

Die Wahrheitstabelle dieses Dekoders ist in Bild 4 angegeben.

Das IC hat 10 Ausgänge, jeder Ausgang ist während eines Zyklus, den der Zähler absolviert, nur einmal L. Selbstverständlich treten nur die ersten sieben Ein- bzw. Ausgangszustände in der Praxis auf, wenn Zähleraus- und Dekodereingänge miteinander verbunden sind, weil der Zähler nach der 6 wieder bei Null anfängt.

Bild 5 zeigt, wie Zähler, Dekoder und LEDs zusammengeschaltet sind. Wie in den meisten Fällen, ist es auch hier

Stückliste

Goliath's Woche

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R2, R4		
R7	= 4,7	*k-Ohm*
R3, R5	= 1	*k-Ohm*
R6	= 220	*Ohm*

KONDENSATOR

C1	= *2,2 µF/min 16 V RM 5*

HALBLEITER

D1...D7	= *LED rot 5mm*
D8, D9	
D10	= *1 N 4148*
T1, T2	= *BC 107 oder äquiv.*
IC1	= *7490*
IC2	= *7442*

SONSTIGES

S1	= *Miniaturtaster 1 x EIN (passend zu S1...S3 in Goliath's Digitaluhr)*
1	*x Fassung 14pol. DIL*
1	*x Fassung 16pol. DIL*
3	*x Lötstifte RTM*
3	*x Steckschuhe RF*
2	*x Abstandsröhrchen 20 mm*
2	*x Zyl.-Kopf-Schr. M3 x 30*
2	*x Muttern M3*
1	*x Print nach Bild 9/10*

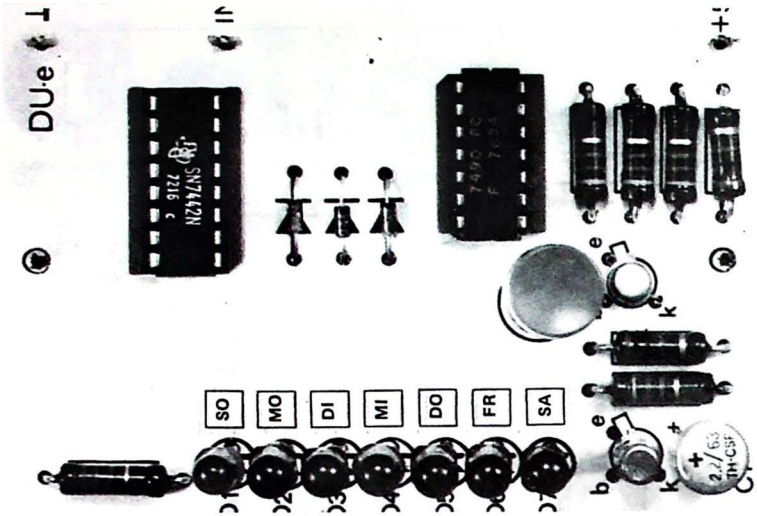


Foto. *Blick auf den bestückten Print des Tageszählers. Neben den sieben LEDs sind die Abkürzungen der deutschen Wochentagsnamen eingetragen, der endgültige Printaufdruck trägt englische Bezeichnungen, um allen Lesern gerecht zu werden.*

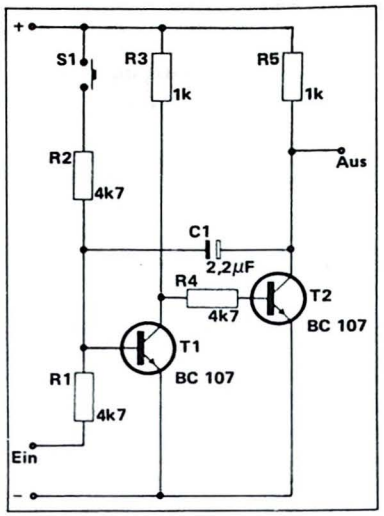


Bild 6. *Schaltung zur Unterdrückung der unerwünschten Impulse, die durch das Kontaktprellen des Tasters S1 entstehen.*

erforderlich, den LED-Strom zu begrenzen. Im allgemeinen bekommt jede LED zu diesem Zweck einen Vorwiderstand. In der vorliegenden Anwendung kommen jedoch zwei günstige Umstände zusammen, die es gestatten, mit nur einem Vorwiderstand auszukommen. Erstens liegen die LEDs auf einer Seite (mit den Anoden) zusammen an einem gemeinsamen Schaltungspunkt, zweitens leuchtet immer nur eine LED, so daß der „Gesamtstrom", der in den LEDs fließt, konstant ist. Deshalb ist es gestattet, in die gemeinsame Leitung der LED-Anoden einen für alle LEDs gemeinsamen Strombegrenzungswiderstand aufzunehmen, ohne daß Leuchstärke-Änderungen der LEDs auftreten.

Würde man die Schaltung in Bild 5 unmittelbar an die Digitaluhr anschließen, so könnte es passieren, daß man zum Setzen des Tageszählers die Uhr bis zu sechsmal einen 24 h-Zyklus absolvieren lassen müßte. Das ist vom Zeitaufwand her nicht zu vertreten und auch sowieso nicht elektronisch elegant. Deshalb wird in dieser Schaltung ein Setztaster für den Wochentag verwendet.

Allerdings haben die einfachen, preiswerten Taster eine unschöne Eigenschaft, das ist das Kontaktprellen: Bei jedem Tasten tritt Mehrfach-Kontaktgabe auf, so daß sich der Zähler nicht definiert setzen läßt. Auch beim Loslassen des Tasters tritt dieser Effekt auf, so daß das Setzen zu einem Lotteriespiel wird. Aus diesem Grund ist eine Entprellschaltung erforderlich, sie ist in Bild 6 angegeben.

Über den Widerstand R1 gelangt der 24 h-Impuls auf die Basis des Transistors T1. Das ist natürlich nur einmal pro Tag der Fall, somit ist T1 fast immer gesperrt, denn der Setztaster S1 hat, wie aus Bild 6 hervorgeht, einen Arbeitskontakt, der Kontakt ist also im Ruhezustand offen. Wenn T1 gesperrt ist, fließt durch R3 kein Strom, an diesem Widerstand tritt kein Spannungsabfall auf, so daß der Kollektor von T1 hohes Potential hat. Somit kann über R4 ein Strom in die Basis von Transistor T4 fließen, dieser wird in den Leitzustand gesteuert. Der Kollektorstrom von T2 verursacht an R5 einen starken Spannungsabfall, so daß die Spannung am Kollektor von T4 niedrig, also logisch L ist. Auf diesen Zustand reagiert der hier angeschlossene Zähleingang des Zähler-ICs nicht.

Es gibt zwei Möglichkeiten, Sperr- bzw. Leitzustand der beiden Transistoren umzukehren: Mit einem positiven Impuls auf dem Eingang und durch Betätigen des Tasters S1, denn auch im letzten Fall wird die Basis des ersten Transistors positiv, so daß Basisstrom fließen kann. Der Spannungsabfall, den der Kollektorstrom an R3 erzeugt, bringt den Kollektor auf niedrige Spannung (L). T2 sperrt, weil kein Basisstrom fließt, so daß die Kollektorspannung von T2 jetzt hoch (H) ist.

Der positive Spannungssprung, der am Kollektor von T2 auftritt, wird im Sinne

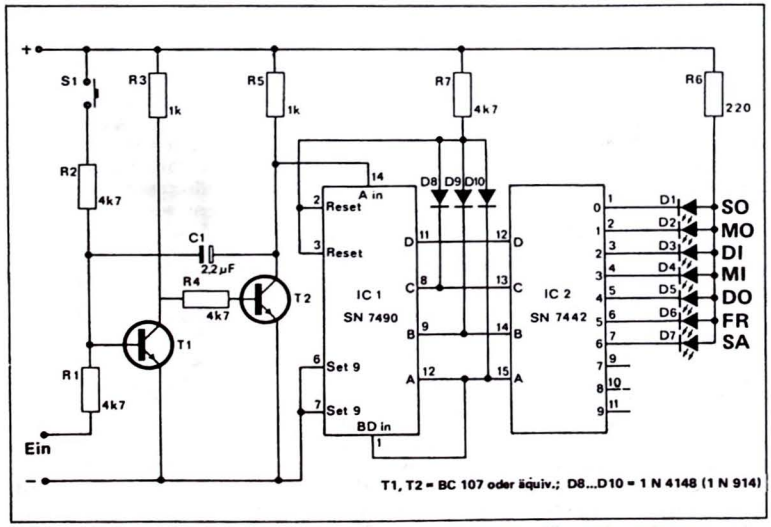


Bild 7. *Gesamtschaltung. Fast nur Halbleiter in einer Schaltung, insbesondere natürlich auch in den ICs. Die Speisespannung von +5 Volt wird von der letzten Goliath-Zähldekade bezogen, wie es in Bild 8 angegeben ist.*

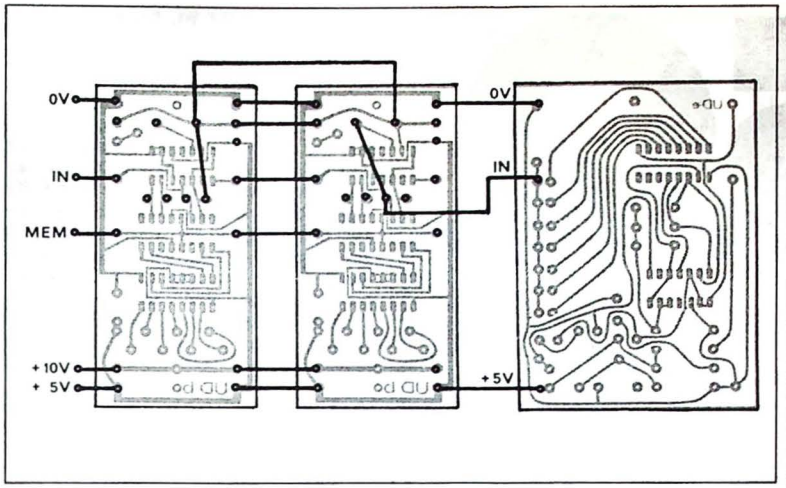


Bild 8. *Um den Tageszähler zu steuern, ist jeden Tag um 00.00 Uhr ein Impuls erforderlich. Dieser Impuls kann vom letzten Print der Goliath-Uhr, dem Print für die Stunden-Zehner, abgezweigt werden. Der mittlere Print im Bild ist die letzte Zähldekade, Blick auf die Kupferseite.*

einer positiven Rückkopplung (= Mitkopplung) auf die Basis von T1 gegeben, dies macht der Kondensator C1. Die Basis wird somit „zusätzlich" positiv. Dieser Vorgang spielt sich so schnell ab, daß er bereits voll wirksam ist, wenn der Taster noch damit beschäftigt ist, sein zweites Prellen zustandezubringen. Mit anderen Worten: Beim Betätigen des Tasters kann dieser so oft prellen, wie er will - die erste Kontaktgabe bringt die Transistoranordnung so schnell in einen (zunächst) stabilen Zustand, daß sie bereits auf das zweite Prellen nicht mehr reagiert.

Löst man den Kontakt nach einer angemessen kurzen Zeit (man tastet beim Setzen nur ganz kurz), so passiert zunächst nichts. Der Kondensator liefert noch für kurze Zeit Basisstrom für T1, dann sperrt dieser Halbleiter wieder und die Schaltung kehrt in ihren endgültig stabilen Zustand zurück. Das Prellen des Tasters beim Öffnen des Kontaktes fällt noch in die Zeit, in welcher T1 noch leitet, so daß es keinen Einfluß hat.

Am Kollektor von T2 hat das Betätigen des Tasters zweimal zur Änderung des logischen Zustandes geführt: zuerst von

Baukosten-Voranschlag

DM 23,50

L nach H, dann umgekehrt. Somit hat der Zähleingang einen vollständigen Impuls „gesehen", der Zähler hat „einen weiter" gezählt, wie man im Labor sagt. Durch weiteres Betätigen des Tasters kann man den gewünschten Wochentag einstellen.

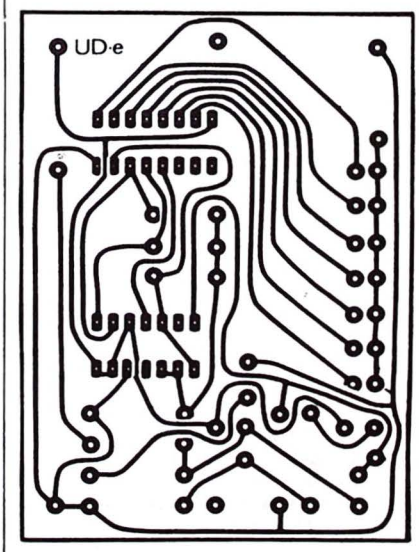
Betätigt man den Taster nicht, so ist die Schaltung auf die 24 h-Impulse aus der Uhr angewiesen, um weiter zu kommen; die Schaltung mit den beiden Transistoren verhält sich beim Eintreffen eines solchen Impulses ähnlich wie beim Setzen.

In Bild 7 ist die Schaltung des Tageszählers vollständig angegeben. Erläuterungen dazu sind nach obigen Ausführungen wohl kaum erforderlich.

Bild 8 zeigt, wie der Print an die Goliath-Uhr angeschlossen wird und wo der 24 h-Impuls abzugreifen ist.

Bis auf die Widerstände und den Taster enthält die Schaltung keine Bauteile, die ohne Beachtung der richtigen Polung eingebaut werden können; damit ist aber bereits alles gesagt, was bei der Bestückung zu beachten ist.

Trotzdem ist natürlich ein Bestückungsplan erforderlich, Bild 9 und 10 zeigen Layout des Prints und Bestückung.



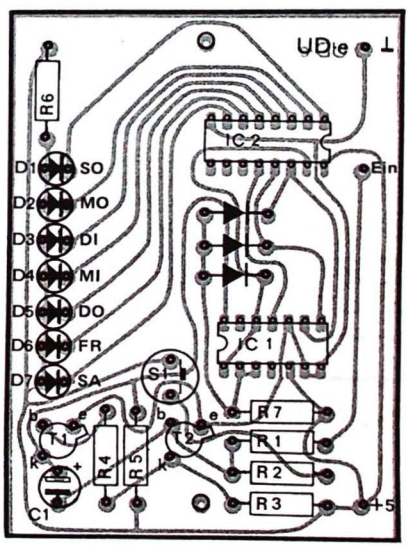
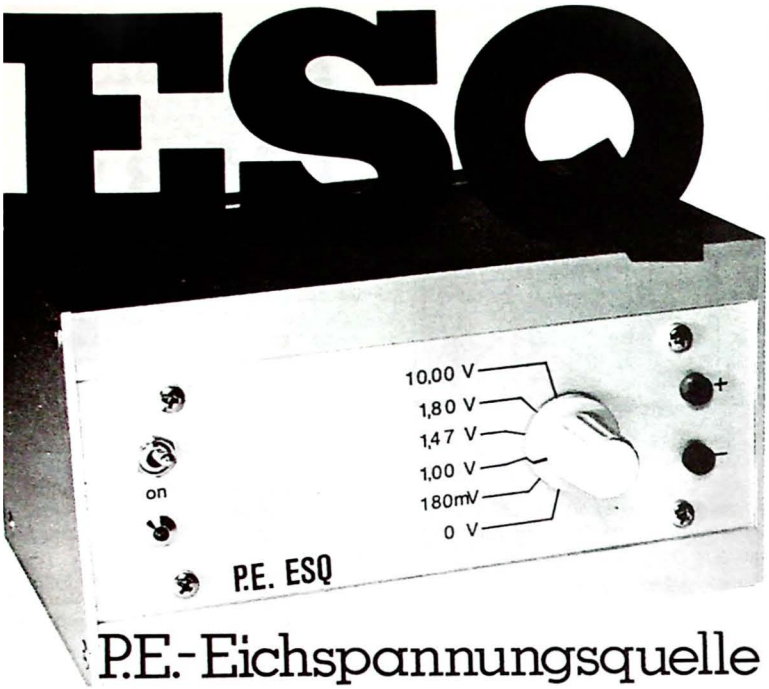


Bild 9. *Printlayout. Die Höhe des Prints entspricht den anderen Bausteinen der Goliath-Digitaluhr.*

Bild 10. *Bestückungsplan. Neben den LEDs stehen Abkürzungen der deutschen Wochentagsnamen. Beim Beschriften einer Frontplatte kann man natürlich auch die englischen Namen abgekürzt oder ausgeschrieben nehmen, wie sie auf dem Print aufgedruckt sind.*



P.E.-Eichspannungsquelle

Dem Hobby-Elektroniker bereitet es zumeist Schwierigkeiten, selbstgebaute Meßgeräte zu kalibrieren; Normalien stehen ihm in den wenigsten Fällen zur Verfügung. P.E. versucht daher, mit der Bauanleitung für die ESQ eine Lücke zu schließen; das Gerät ist einfach im Aufbau, es liefert hinreichend genaue und konstante Abgleichspannungen.

Wirkungsweise

Die ESQ liefert fest eingestellte konstante Referenzspannungen von 180 mV; 1,00 V; 1,47 V; 1,80 V und 10,00 V, der Ausgang ist mit max. 10 mA belastbar. Die Prinzipschaltung der ESQ ist im Bild schematisch dargestellt. Ein hochkonstantes Referenzelement, der integrierte Schaltkreis LH 0070, bildet das Herz der Schaltung (Block A in Bild 1). Das IC LH 0070 liefert eine Ausgangsspannung von 10,00 V mit einer Toleranz von ± 3 mV.

Auf das Referenzelement folgt ein mit Festwiderständen aufgebauter Spannungsteiler, an dem sich die angeführten Teilspannungen abgreifen lassen (Block B). Zwischen Spannungsteiler und Ausgang ist eine Pufferstufe (Block C) angeordnet, die aus einem Spannungsfolger besteht. Das Netzteil (Block D) liefert die stabilisierten Versorgungsspannungen von +15 und −15 V.

Referenzelement

Die Referenzspannungsquelle LH 0070, deren vereinfachte Prinzipschaltung in Bild 2 dargestellt ist, basiert auf einer in spezieller Technologie gefertigten, temperaturkompensierten Z-Diode, die aus einer Konstantstromquelle gespeist wird. Auf die Z-Diode folgt ein Pufferverstärker, dessen Verstärkung so eingestellt ist, daß sich eine Ausgangsspannung von genau 10,00 V ergibt. Die Einstellung der Verstärkung erfolgt mit Hilfe ultrastabiler Dünnfilmwiderstände, die auf dem Chip unter Betriebsbedingungen mittels Laserstrahlen genau getrimmt werden. Der Ausgang des LH 0070 ist kurzschlußfest und mit mindestens 10 mA belastbar, das IC wird in einem Metallgehäuse mit 3 Anschlüssen geliefert (TO-39).

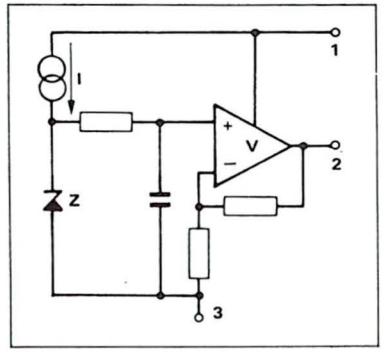


Bild 2. *Aufbauschema des integrierten Referenzelementes LH 007, es liefert die Bezugsspannung der ESQ.*

Spannungsteiler

Der Spannungsteiler ist mit engtolerierten Metallfilmwiderständen aufgebaut, seine Dimensionierung ist aus dem Schaltbild (Bild 3) zu entnehmen. Die Dimensionierung des Spannungsteilers in der vorliegenden Form erfolgte nach zwei Gesichtspunkten; einmal sollten möglichst nur gängige Widerstandswerte Verwendung finden, andererseits sollten sich aber auch brauchbare Spannungswerte ergeben.

Die Teilspannungen werden mit einem Stufenschalter am Spannungsteiler abgegriffen, sie gelangen aber nicht direkt an den Ausgang der ESQ. Die Erklärung, liefert Bild 4, dazu wird angenommen, daß ein abzugleichendes Gerät mit dem Eingangswiderstand $R_e = 10$ k an einem Abgriff des Spannungsteilers liegt (Bild 4a). Der Spannungsteiler würde durch die Belastung mit Re total „verbogen", wie es das Ersatzschaltbild zeigt. Der Spannungsteiler besteht nun aus $(R1 + R2) + [(R3 + R4 + R5) \parallel R_e]$ Das heißt: Aus der Parallelschaltung von R3 + R4 + R5 = 1470 Ohm mit Re = 10 k ergibt sich ein Widerstandswert von 1281 Ohm gegenüber 1470 Ohm im unbelasteten Zustand. In diesem Fall würde die abgegriffene Spannung nur noch

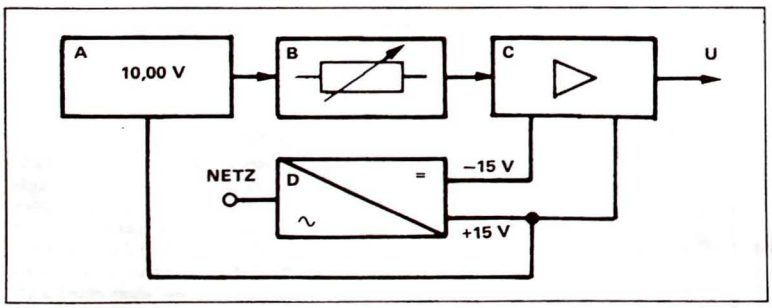


Bild 1. *Das Blockschaltbild der ESQ zeigt vier Funktionsblöcke, deren wichtigster das in Block A angedeutete Referenzelement ist.*

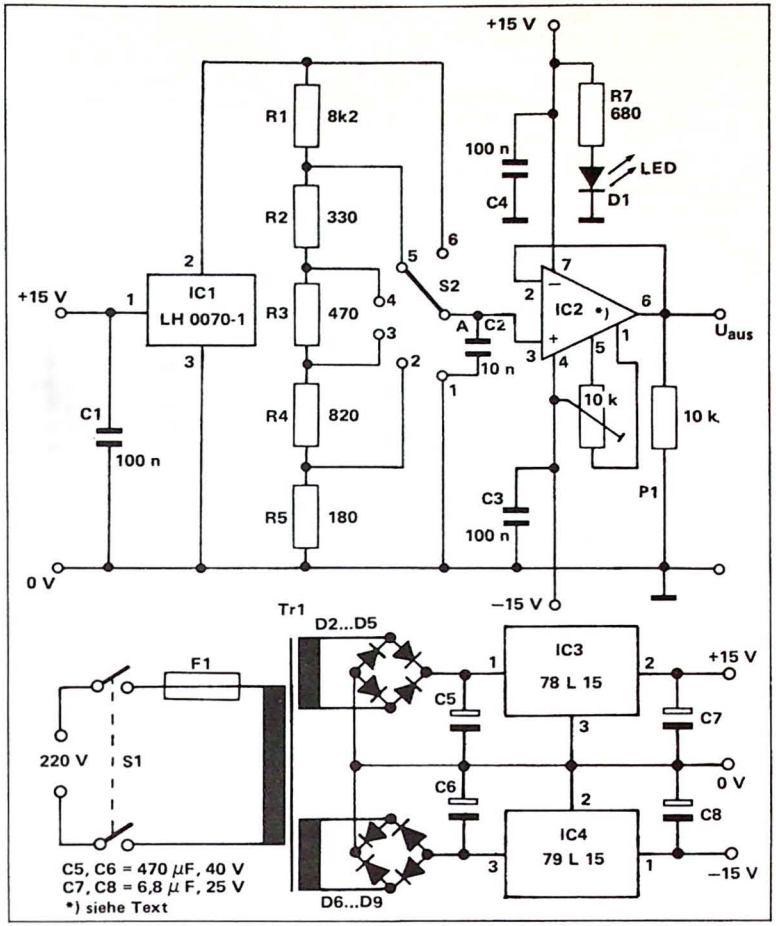


Bild 3. *Gesamtschaltbild der ESQ einschließlich Stromversorgung.*

1,306 V betragen. Fazit: Bei direkter Belastung des Spannungsteilers mit dem Eingangswiderstand des abzugleichenden Gerätes wird die Eichspannung mehr oder weniger stark verfälscht. Sie soll aber doch unter allen Umständen konstant sein. Daher sind Maßnahmen zu treffen, die die Belastung des Spannungsteilers auf ein vertretbares Minimum reduzieren.

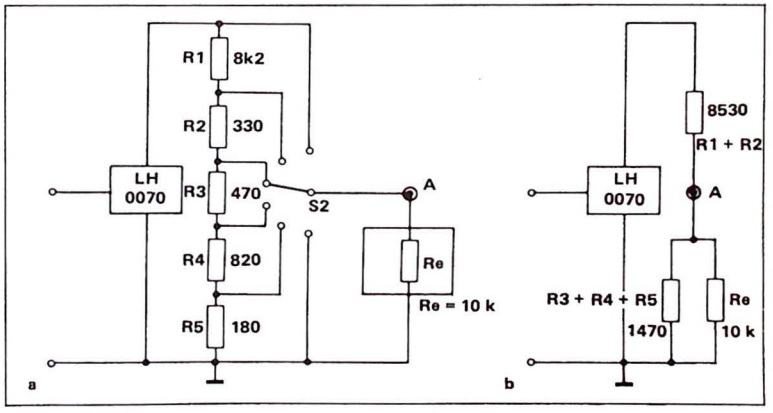


Bild 4. *Bei relativ niederohmiger Belastung des ESQ-Spannungsteilers wird die Ausgangsspannung "verbogen".*

Pufferverstärker

Abhilfe schafft ein Pufferverstärker, der folgenden Anforderungen genügen muß:

sehr hochohmiger Eingang
Verstärkung = 1
Nullpunktabgleich
belastungsunabhängige Ausgangsspannung.

Diese Eigenschaften weist ein als Spannungsfolger geschalteter Operationsverstärker mit FET-Eingängen auf, der dank der BI-FET-Technologie preisgünstig zur Verfügung steht.

BI-FET-Technologie bedeutet, daß bipolare Transistoren (BI) und Feldeffekttransistoren (FET) auf einem Chip monolithisch integriert sind. Ein Beispiel für einen derartig aufgebauten Operationsverstärker ist der LF 13 741. Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich nichts anderes, als der „gute alte" 741, dem man FET-Eingänge verpaßt hat; in Bild 5 ist das schematisch dargestellt.

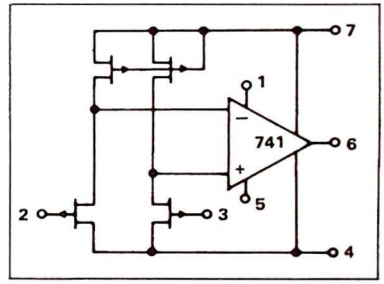


Bild 5. *Schematisierte Darstellung der Innenschaltung des BI-FET-OpAmps LF 13741: Der gute alte 741 hat einen Vorbau aus FET's erhalten.*

Da der 13 741 pinkompatibel zum 741 ist, kann er in älteren Schaltungsaufbauten die Stelle seines Vorfahren einnehmen. Als Pufferverstärker für die ESQ eignet sich auch der Typ LF 351, er ist ebenfalls pinkompatibel zum 741, aber schneller als dieser. Das Innenleben des LF 351 ist in Bild 6 schematisch dargestellt.

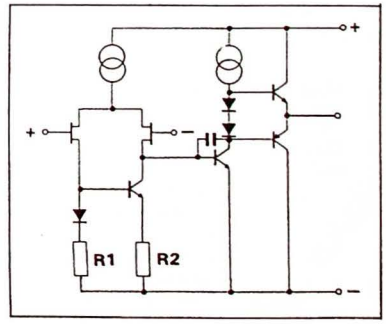


Bild 6. *Das Innenleben des LF 351, ein OpAmp in BI-FET-Technologie.*

Baukosten ~ Voranschlag

DM 100,-

mit Gehäuse

Beide BI-FET-OpAmps weisen extrem hohe Eingangswiderstände auf, bei dem 13 741 sind es 5 · 10^{11} Ohm, bei dem LF 351 sogar 10^{12} Ohm, das sind immerhin eine Million Megohm! Derartig hohe Eingangswiderstände wirken sich rein rechnerisch als Belastung des Spannungsteilers erst x Stellen hinter dem Komma aus, sie sind also für den praktischen Betrieb der ESQ ohne Gewissensbisse zu vernachlässigen. Damit wäre Punkt 1 des Anforderungskatalogs abgehakt.

Der zweite Punkt, Verstärkung = 1, läßt sich relativ einfach erfüllen. Der Pufferverstärker muß als Spannungsfolger geschaltet sein, wie das bei der ESQ der Fall ist.

Ein Operationsverstärker arbeitet als Spannungsfolger, wenn sein invertierender Eingang mit dem Ausgang verbunden ist und wenn die Eingangsspannung am nichtinvertierenden Eingang liegt. Der Ordnung halber sei aber angemerkt, daß die Verstärkung nicht genau 1 beträgt, sondern 0,999..., daraus resultiert eine kleine Ungenauigkeit bei der dritten Stelle hinter dem Komma.

Auch der Nullabgleich bereitet keine Schwierigkeiten, da die beiden vorgeschlagenen OpAmps Anschlüsse für die Offsetkompensation aufweisen. Hier bietet sich der Ansatzpunkt für den Nullabgleich; wie dabei vorzugehen ist, wird später beschrieben.

Die Forderung nach belastungsunabhängiger Ausgangsspannung läßt sich selbstverständlich nur im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten erfüllen. Beide BI-FET-OpAmps haben kurzschlußfeste Ausgänge, der Ausgangsstrom kann bis zu 10 mA betragen. Damit sind sie in der Praxis allen Belastungen durch die Eingangswiderstände der abzugleichenden Geräte gewachsen. Bei der ESQ ist der Ausgang des Pufferverstärkers mit 10 k abgeschlossen, um mögliche Schwingneigung bei offenem Ausgang zu unterbinden. Damit beträgt die maximale Vorlast am Ausgang 1 mA bei 10 V Ausgangsspannung.

Stromversorgung

Die ESQ benötigt zwei Versorgungsspannungen: +15 und −15 V; zur Stabilisierung der Ausgangsspannung des Netzteils dienen die Spannungsregler 78L15 und 79L15, deren maximaler Ausgangsstrom 100 mA beträgt. Dazu noch eine Anmerkung mit genereller Bedeutung: Beachten Sie bei der Anwendung von Spannungsreglern stets, daß „positive" und „negative" Regler unterschiedliche Pinbelegung aufweisen! Die Pinbelegung aller in der ESQ verwendeten IC's ist in Bild 7 angegeben.

Stückliste

ESQ - Die P.E. - Eichspannungsquelle

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt

R1 = 8,2 k-Ohm, 1% Metallfilm
R2 = 330 Ohm, "
R3 = 470 Ohm, "
R4 = 820 Ohm, "
R5 = 180 Ohm, "
R6 = 10 k-Ohm, 5%
R7 = 680 Ohm, 5%, 1/3 Watt
P1 = 10 k-Ohm, Cermet ker. Spindeltrimmer 20 Touren, RM 5 x 7,5 x 2,5

KONDENSATOREN

C1, C3, C4 = 100 nF, ker. Scheibe
C2 = 10 nF, ker. Miniaturkond., RM 2,5
C5, C6 = 470 µF, 40 V, RM 5/7,5
C7, C8 = 6,8 µF, 25 V Tantal

HALBLEITER

D1 = LED gün, mit Fassung
D2...D9 = 1 N 4002
IC1 = LH 0070 H1, Präzisions-Referenzspannungselement, National Semiconductor
IC2 = LF 13 741 N, BI-FET-OpAmp, Gehäuse 8pol. DIL, National Semiconductor, oder LM 351
IC3 = 78L15 (TO-92)
IC4 = 79L15 (TO-92)

SONSTIGES

Tr1 = Netztrafo, sek. 2 x 15 V/ 150 mA, Typ 2240/15/15 von Spitznagel, Balgheim, oder Typ 4230-2-V von Gerth, Berlin
S1 = Miniatur-Netzschalter 2 x EIN
S2 = Stufendrehschalter Lorlin, 1 Sektor, 12 Stellungen, Printausführung
F1 = Feinsicherung 160 mA, flink
2 x 1 Paar Einzelelemente für Sicherungshalterung (die übliche Fassung RM 22,5 paßt in diesem Gerät nicht)
1 x Flügelknopf mit Spannzange für S2
1 x Fassung 8pol. DIL für IC2
2 x Miniatur-Einbaubuchse Mbi1 Hirschmann, 2 mm ϕ, je eine schwarz und rot
17 x Lötstifte RTM
18 x Steckschuhe RF
1 x Alu-Profil-Gehäuse GSA, Typ 20.080.100.150.6, geb. + bedr.
4 x Zyl.-K.-Kreuzschl.-Schrauben M3 x 5 mm
4 x Zyl.-K.-Schlitz-Schrauben M3 x 30 mm
4 x Gewinderöhrchen M3 x 10
4 x Abstandsröhrchen 25 mm
1 x Schraube M3 x 10 mm
1 x U-Scheibe Lochϕ 3,2 mm
1 x Zahnscheibe Lochϕ 3,2 mm
1 x Lötöse, Lochϕ 3,2 mm
4 x Gummi-Klebefüßchen
1 x 3adr. Netzkabel, Schukostekker, Zugentlastung
1 x Print nach Bild 8/9

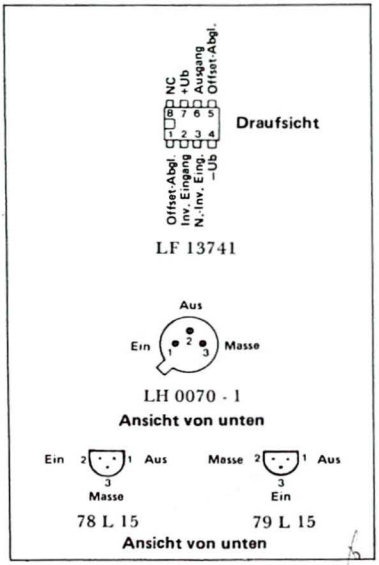


Bild 7. *Anschlußbelegung der in der ESQ verwendeten IC's. Das 8polige DIL-Gehäuse ist in Draufsicht gezeichnet, bei allen anderen ICs ist es die Ansicht von unten. Die unterschiedliche Numerierung der Anschlußpins beruht auf Herstellerangaben.*

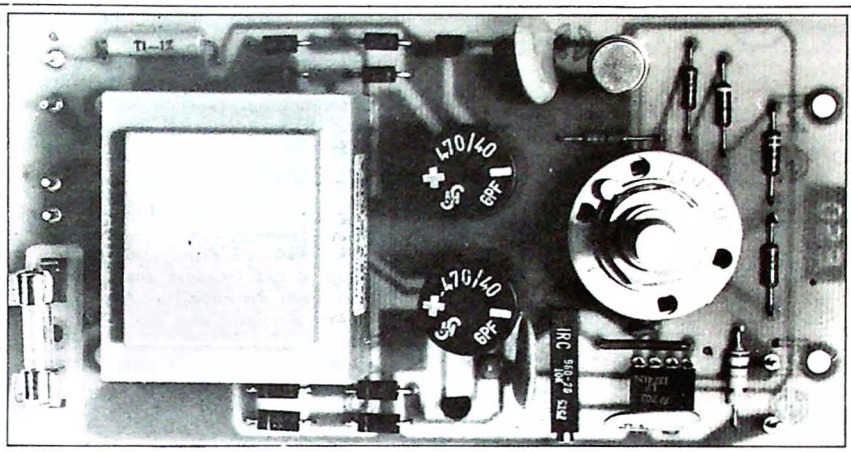
Aufbauhinweise

Der Print für die ESQ nimmt alle Bauelemente außer LED und Netzschalter auf, Bild 8 zeigt das Layout und Bild 9 den Bestückungsplan. Die Bestückung beginnt mit der Verlegung der Drahtbrücke oberhalb von IC 2, sie ist im Be-

stückungsplan als punktierte Linie zu erkennen. Bei der Bestückung aller Prints bewährt sich eine gewisse Rangordnung in der Reihenfolge, als Richtschnur dient die Einbauhöhe der Bauelemente; solche mit der niedrigsten Bauhöhe wie Widerstände und Dioden sind zuerst an der Reihe, weil es zuweilen Schwierigkeiten bereitet, Winzlinge in die Löcher zu fummeln, weil voluminöse Bauelemente wie Trafos oder Elkos die Bewegungsfreiheit einengen.

Und nun wieder der fast obligatorische Hinweis: Achten Sie bei der Bestückung auf die Polarität bei Dioden und Kondensatoren. Dieser Hinweis ist leider immer wieder nötig, selbst alte Hasen haben sich schon vertan...

Vor dem Einbau des Lorlin-Schalters (S2) werden die Anschlußfahnen 7...12 so kurz wie möglich abgekniffen, ferner ist der Schalter auf 6 Rastereinstellungen umzustellen. Dazu wird die Sechskant-Befestigungsmutter des Schalters entfernt und ebenfalls die Unterlegscheibe. Dann wird in einer Vertiefung ein zweiseitig abgeflachter Metallring sichtbar,



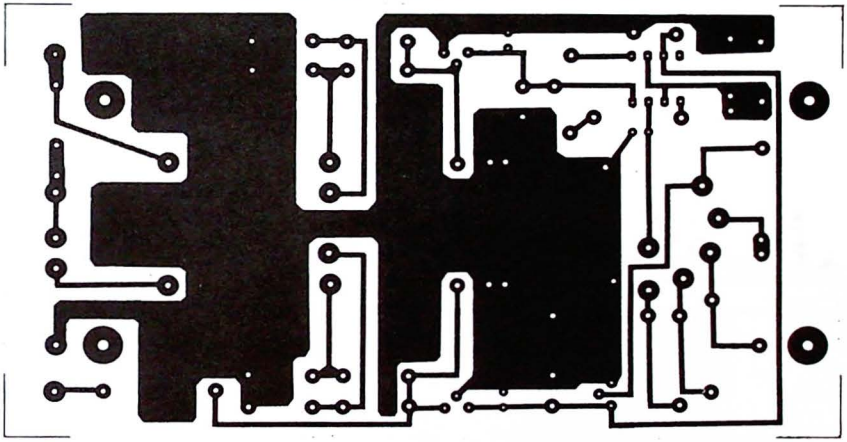


Bild 8. *Printlayout der ESQ.*

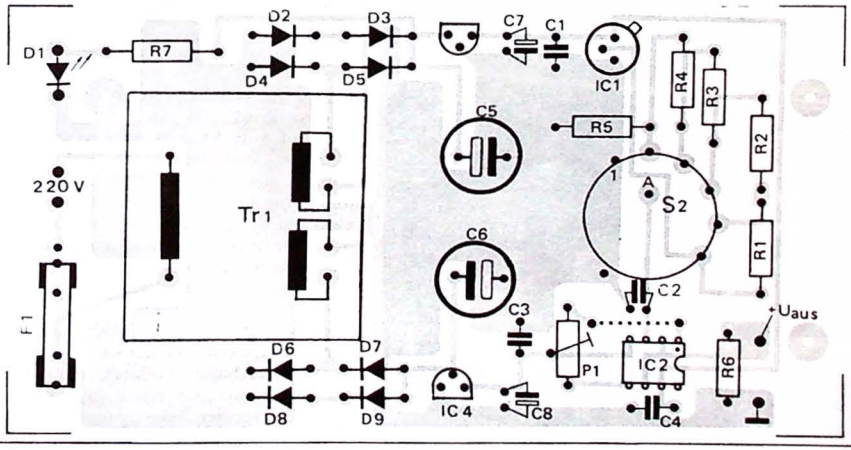


Bild 9. *Bestückungsplan des ESQ-Prints.*

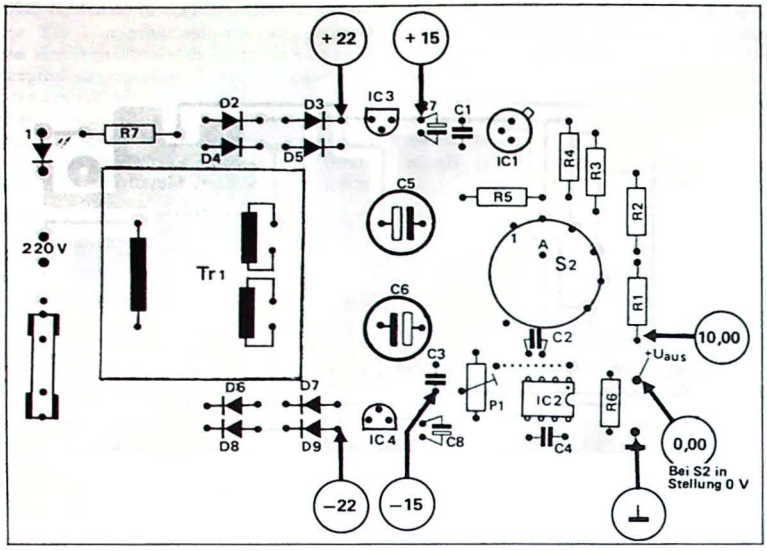
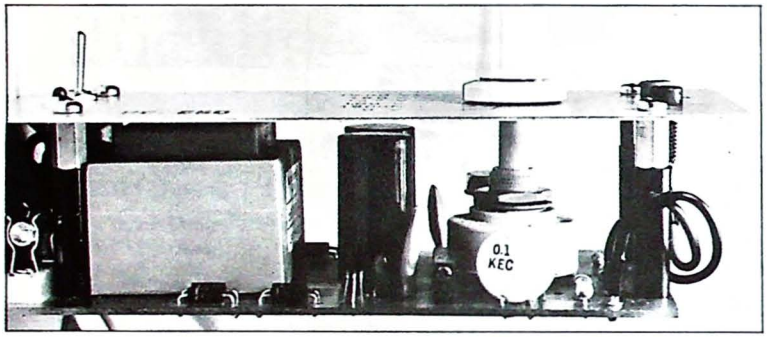
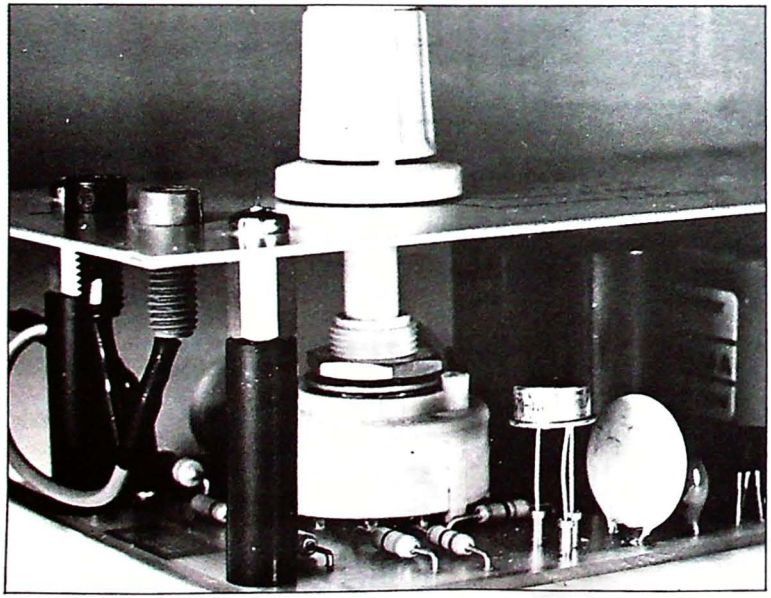


Bild 10. *Spannungsangaben für die Überprüfung des bestückten Prints. Alle Spannungen werden gegen Masse gemessen.*





er wird angehoben. Unter dem Ring befindet sich ein Lochkranz, der mit den Ziffern 2...11 bezeichnet ist. Der Ring hat eine Nase, und die kommt in das Loch Nummer 7, das ist alles. Der Rest ist Routine: Unterlegscheibe und Mutter wieder drauf. Die ganze Prozedur darf selbstverständlich erst dann vorgenommen werden, wenn sich der Schalter in Anfangsstellung befindet, sonst stimmt später die Richtung nicht!

Ferner ist bei der Bestückung nur die Verwendung loser Sicherungshalter (für Printmontage) möglich, Sicherungshalter mit Kunststoffsockel führen beim Gehäuseeinbau zu Kalamitäten mit dem Netzschalter.

Überprüfung

Der bestückte Print wird vor dem Einbau in das Gehäuse einer Prüfung unterzogen, der endgültige Abgleich erfolgt nach Fertigstellung des Gerätes. Zunächst sind Steckschuhe an eine LED anzulöten, eine derartig vorbereitete „Test-LED" sollte man immer vorrätig haben. Sie wird auf die zugehörigen Steckschuhe geschoben, Kathode = abgeflachte Seite an Masse! Nach Anlegen der Netzspannung muß nun die LED aufleuchten, das erweckt berechtigte Hoffnungen, daß die Stromversorgung funktioniert. Dann werden, entsprechend der in Bild 10 angegebenen Reihenfolge, die Spannungen überprüft, dabei sind an den Punkten 1 und 2 Abweichungen in der Größenordnung von ± 2 V zulässig. Für die Messung an Punkt 6 muß S_2 in Anfangsstellung (O V) stehen. Höchstwahrscheinlich wird trotzdem eine Spannung von wenigen Millivolt zu messen sein, das ist die Offsetspannung des Pufferverstärkers. Sie läßt sich durch Verstellen von P1 beseitigen, damit ist schon ein grober Abgleich des Gerätes durchgeführt. Der Feinabgleich erfolgt später in eingebautem Zustand.

Einbau

Die Montage beginnt mit dem Einbau von LED und Netzschalter in die Frontplatte, anschließend werden der bestückte Print und die Frontplatte im Abstand von 35 mm miteinander verschraubt. Insgesamt sechs Drahtverbindungen sind nun zwischen Frontplatte und Print herzustellen, davon führen je zwei auf der linken Seite (von vorne auf die Frontplatte gesehen) zu LED und Netzschalter; auf der rechten Seite sind es die Verbindungsleitungen zu den den beiden Ausgangsbuchsen.

Das Netzkabel – Kabeldurchführung an der Rückseite des Gehäuses – wird mit dem Netzschalter verlötet, der Leiter für die Schutzerde erhält eine Lötöse, die mit einer der Befestigungsschrauben des Prints zu verschrauben ist.

Frontplatte und Bodenplatte werden nun in die Gehäuseholme eingeschoben um in der Bodenplatte die Stelle für das Bohrloch (6 mm Ø) zur Bedienung des Trimmpotis zu markieren. Durch dieses Loch hindurch wird der Abgleich des Gerätes bei geschlossenem Gehäuse vorgenommen.

Abgleich

Der Abgleich des Gerätes läßt sich sehr einfach mit Hilfe des DVM's der Meßmodulserie vornehmen.
Achtung, damit keine Mißverständnisse auftreten: Das DVM der Modulserie ist noch nicht geeicht, wenn Sie die Eichung nicht z. B. durch Vergleich mit einem anderen, geeichten DVM vorgenommen haben. Die ESQ soll ja gerade zum Eichen dienen. Die Sache funktibniert trotzdem, weil es um den Nullabgleich der ESQ geht: Das ungeeichte DVM macht automatisch Nullabgleich, d.h. wenn der Eingang des DVM kurzgeschlossen ist oder wenn eine Spannungsquelle mit der Ausgangsspannung Null Volt angeschlossen ist, zeigt das ungeeichte DVM richtig an: Null Volt. Beim Abgleich wird die Ausgangsspannung der ESQ im Bereich Null Volt mit dem Abgleich-Trimmer auf Null Volt eingestellt. Zur "Null-Volt-Messung" kann also das ungeeichte DVM dienen. Ist die ESQ abgeglichen, so gibt sie in den anderen Schalterstellungen die angegeben Spannungen tatsächlich ab, sie ist dann die Eichspannungsquelle, mit der anschließend das DVM geeicht werden kann.
Das DVM, eingestellter Meßbereich 200 mV, liegt an den Ausgangsbuchsen der ESQ bei Schalterstellung OV. Beide Geräte werden eingeschaltet. Was nun folgt, ist eine schöpferische Pause von 30 Minuten, während der Sie beobachten können, wie die Anzeige läuft.
Die Wartezeit von 30 Minuten ist stets erforderlich, bevor die ESQ abgeglichen wird oder mit der ESQ Abgleicharbeiten an anderen Geräten vorgenommen werden. Jedes Meßgerät braucht eine gewisse Zeit, um ins thermische Gleichgewicht zu gelangen, das gilt für die ESQ ebenso wie für abzugleichende Geräte.
Nach Ablauf der Wartezeit wird P1 so lange verstellt, bis die Anzeige des DVM zwischen +000 und -000 hin- und herspringt, das ist schon alles. Nunmehr können Sie den Spieß unkehren und bei den verschiedenen Schalterstellungen der ESQ das DVM kontrollieren oder abgleichen.
Zum Schluß noch einige Worte zur Genauigkeit der ESQ. Ein Baumuster, das untere im Titelbild, wurde bei der amtlichen Kalibrierstelle der Firma Rohde & Schwarz in Köln nachgemessen, dabei ergaben sich die in der Tabelle angegebenen Spannungswerte. P.E. war damit zufrieden, hoffentlich sind Sie es auch!

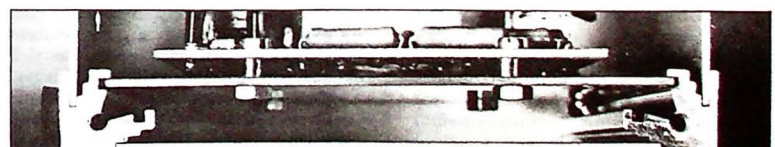
Meßgeräteabgleich ein heißes Eisen?

Selbstgebaute Meßgeräte sind der Stolz des Hobby-Elektronikers, der Aufbau bereitet meistens keine besonderen Schwierigkeiten; Probleme stellen sich aber dann ein, wenn das Gerät genau kalibriert werden soll. Was nützt z.B. die schönste Bauanleitung für ein Digitalmultimeter, das von Haus aus hohe Auflösung und beste Genauigkeit aufweist, wenn am Schluß der Bauanleitung etwa steht: „Man nehme zum Abgleich ein möglichst genaues Zeigerinstrument".
Da den Lesern wohl nur in Ausnahmefällen Meßinstrumente mit Laborgenauigkeit oder Normalelemente zur Verfügung stehen, mußte P.E. nach praktikablen Lösungen für eine Eichspannungsquelle suchen, die für jeden Leser ohne Schwierigkeiten realisierbar sind. Wie man bei der christlichen Seefahrt zu sagen pflegt, muß die Sache .,mit Bordmitteln" zu schaffen sein. Die in diesem Beitrag beschriebene Eichspannungsquelle ESQ ist eine solche Sache.
Die ESQ ist ein „Normal", das zum Abgleich von Selbstbaugeräten dienen kann; die Genauigkeit vorhandener Meßgeräte läßt sich mit seiner Hilfe überprüfen. Das Wort „Normal" wurde bewußt in Anführungsstriche gesetzt. Sie sollen andeuten, daß eine selbstgebaute Eichspannungsquelle, die mit Bordmitteln abgleichbar ist, gewissen Einschränkungen hinsichtlich der Genauigkeit unterliegt. Wenn aber ein derartiges Gerät mehrere Eichspannungen zwischen 0 V und 10,00 V mit einem maximal aufgetretenen Fehler von 0,52 % liefert, so dürfte das für den Hausgebrauch des Hobby-Elektronikers eine durchaus vertretbare Lösung sein.
Der Fehler von +0,52 % trat bei einem von fünf ESQ-Aufbauten auf, dabei wurden im Spannungsteiler Metallfilmwiderstände mit ±1% Toleranz verwendet. Bei Verwendung von (allerdings schwer zu beschaffenden) Metallfilmwiderständen mit ± 0,1 % Toleranz betrug der Maximalfehler +0,24 %. Mehr kann man wohl nicht von einem Selbstbau-„Normal" verlangen, das diese Werte ohne Labormeß- und Abgleichgeräte erreicht.
Die Eichspannungsquelle mit ihren Daten ist geeignet, ein selbstgebautes Digitalvoltmeter „angemessen" zu eichen. Angemessen heißt hier, daß die Meßgenauigkeit (wenn das DVM entsprechend gut ist) gegenüber einem üblichen Zeigerinstrument um etwa eine Zehnerpotenz besser ist. Mehr ist im Hobbybereich wirklich nicht nötig, aber wer ein DVM durch Vergleich mit einem Zeigerinstrument eicht, nutzt nur die höhere Eingangsimpedanz, hat aber die Chance vertan, genauer messen zu können.

Nennspannung	Messung mit P.E. - DVM	Messung DKD *)
180 mV	*180,3 ... 4 mV*	*180,41 mV*
1,00 V	*1,002 V*	*1,0014 V*
1,47 V	*1,472 ... 4 V*	*1,4748 V*
1,80 V	*1,803 ... 4 V*	*1,8038 V*
10,00 V	*9,99 ... 10,00 V*	*10,001 V*

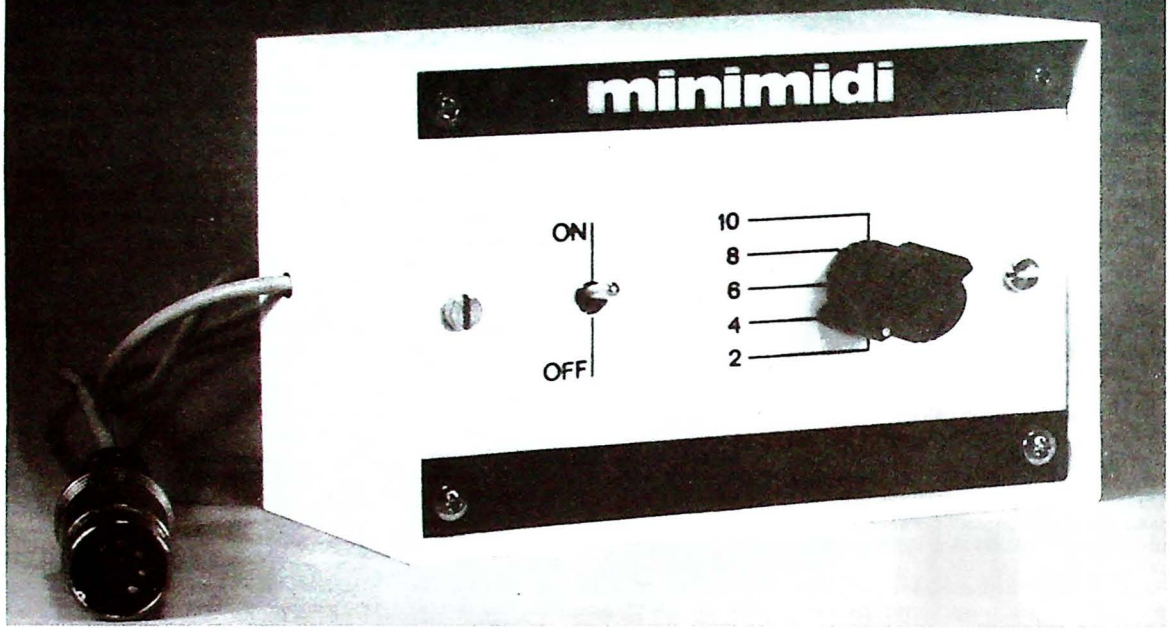
*) Kalibrierstelle des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) für Meßgeräte der Nachrichtentechnik bei der Firma Rohde & Schwarz, Werk Köln

Tabelle. *Die Ausgangsspannungen eines Baumusters der ESQ in Abhängigkeit von der Schalterstellung.*



Eines der Baumuster der ESQ, das obere im Titelbild, nutzt die Nuten der Profilholme des Alu-Gehäuses zur Printbefestigung. Da der „normale" ESQ-Print zu schmal ist, wurde er „hilfsweise" auf eine größere, passende aber unbestückte Printplatte geschraubt. Somit entfallen Bohrungen zur Printbefestigung auf der Frontplatte oder auf der Rückseite.

Mini-Midi (Teil 2)
Modulierte HF



So ein Miniatur-Radio wie den in der vorigen Ausgabe beschriebenen Mittelwellen-Empfänger selbst zu bauen, ist Elektronikbasteln im alten Stil und eine schöne Feierabendbeschäftigung. Thematisch ist jedoch dieser Bauvorschlag wohl nur etwas für „Newcomer", denen wir hier - um dem Stil dieser Zeitschrift gerecht zu werden, das Wichtigste über die drahtlose Übertragung hochfrequenter elektromagnetischer Wellen nachliefern. Selbstverständlich sind diese Grundlagen zum Zwecke des „Einstiegs" in die Materie sehr populär dargestellt.

Schallereignisse lassen sich auf direktem Wege mit guter Wahrnehmbarkeit nur über eine relativ kurze Strecke übertragen, deren Länge in erster LInie von der Empfindlichkeit des menschlichen Ohres abhängt. Will man diese Grenzen sprengen, so muß man sich indirekter Techniken bedienen. Ein Beispiel dafür ist das Telefon, bei dem das Mikrofon die Schallschwingungen in analoge elektrische Schwingungen umwandelt. Diese gelangen über eine Drahtleitung zum anderen Teilnehmer, hier wandelt der Hörer die elektrischen Schwingungen wieder in Schallschwingungen um. Dabei ist normalerweise die Teilnahme an einem Telefongespräch auf die beiden gesprächsführenden Partner beschränkt.
Soll das Schallereignis allen denjenigen zugänglich sein, die daran teilzunehmen wünschen, so bedient man sich der drahtlosen Übertragungstechnik. Mit Hilfe elektromagnetischer Schwingungen lassen sich große Entfernungen überbrücken, dies beweisen z.B. die Raumsonden, die auf dem Funkweg Erkenntnisse über ferne Planeten vermitteln.

Radiowellen

Legt man an einen isoliert aufgehängten Leiter und andererseits an Erde (Masse) eine Wechselspannung an, so entsteht ein elektromagnetisches Feld, das sich im Takt der angelegten Wechselspannung um den Leiter herum in den Raum hinein ausbreitet. Die Stärke dieses Feldes hängt von der Leistung ab, die man in den isolierten Leiter - die Sendeantenne - hineinpumpt; die Feldstärke nimmt mit dem Quadrat der Entfernung vom Sender ab.
Die Praxis hat gezeigt, daß man mit höherfrequenten Schwingungen größere Entfernungen überbrücken kann als mit niederfrequenten. Da aber der Schall, den das menschliche Ohr aufzunehmen vermag, niederfrequenter Natur ist, eignet er sich auch nach Umwandlung in elektromagnetische Schwingungen nicht zur Übetragung über größere Entfernungen. Übrigens: Der Aufnahmebereich des menschlichen Ohrs beginnt bei etwa 16 Schwingungen pro Sekunde (Hz) und endet bei etwa 18.000 Hz.

Modulation

Man müßte also einen Packesel haben, der den in elektromagnetische Schwingungen umgewandelten Schall unbeschädigt in alle Richtungen und über größere Entfernungen transportiert, um ihn überall dort wieder abzuladen, wo es erwünscht ist. Ein solcher Packesel steht nun in Form hochfrequenter elektro-

magnetischer Schwingungen zur Verfügung, man muß es nur verstehen, ihnen die niederfrequente „Last" aufzubürden. Einen solchen Vorgang bezeichnet man als Modulation hochfrequenter Schwingungen.

Es gibt eine ganze Reihe von Methoden, um eine hochfrequente Schwingung mit einer niederfrequenten zu modulieren; im Zusammenhang mit dem Mini-Midi interessiert aber nur das Verfahren, das als Amplitudenmodulation bezeichnet wird. Rundfunksender, die im Mittel- und Langwellenbereich arbeiten, wenden dieses Modulationsverfahren an.

Die eingehende technische Beschreibung des Amplitudenmodulationsverfahrens wäre nur mit Hilfe der höheren Mathematik und ellenlanger Formeln möglich, deshalb kann hier mit Hilfe des stark vereinfachten Bildes 1 nur dargestellt werden, wie es aussieht, wenn „ die Last den Rücken des Packesels krümmt".

Eine Wechselspannung mit hoher Frequenz, der mit U_{HF} bezeichneten Wellenzug in Bild 1, wird mit dem niederfrequenten, in elektrische Schwingungen umgewandelten Schallsignal U_{NF} moduliert. Etwas verständlicher ausgedrückt: Man läßt die Amplitude der HF im Takt des NF-Signals zu- und abnehmen. Hat das NF-Signal in einem bestimmten Augenblick ein große Amplitude, dann findet sich diese auch beim modulierten HF-Signal $U_{HF\ mod}$.

Speist man die Sendeantenne mit dem modulierten HF-Signal, so ändert sich die Feldstärke der elektromagnetischen Wellen ebenfalls im Takt der NF. Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem ursprünglichen Schallsignal und der Feldstärke.

Im unteren Wellenzug in Bild 1 sind die „Spitzen" der HF mit einem Kurvenzug verbunden. Diese Darstellung des Amplitudenverlaufs der modulierten HF bezeichnet man als Hüllkurve. Sie ist das Abbild der NF.

Auf der Empfängerseite geht es nun darum, aus den Feldstärkeänderungen wieder das ursprüngliche Schallsignal zu gewinnen. Dies geschieht in mehreren Schritten, wie später gezeigt wird.

Der Empfang ist jedoch, wie man sich leicht denken kann, nur dann möglich, wenn die elektromagnetischen Wellen mit ausreichender Feldstärke am Empfangsort eintreffen.

Das große Gedränge

Für die Absicht, mit einer Botschaft über weite Entfernungen hinweg möglichst viele Empfänger zu erreichen, gibt es verschiedene Motive. Die einen müssen von staatswegen ein bestimmtes Programm mit Nachrichten machen, andere wollen über die Landesgrenzen hinweg Indoktrination betreiben und wieder andere wollen Werbe-Sendezeit für teures Geld verkaufen und tarnen sich als Musiksender. Es gibt deshalb eine Menge Rundfunksender, die ihre mehr oder weniger frohe Botschaft in den Äther strahlen. Wie kann verhindert werden, daß sich die Wellen beeinflussen und ein „Wellensalat" entsteht?

Bisher wurde nur von Hochfrequenz im allgemeinen gesprochen, jedoch nicht über die tatsächliche Frequenz der HF. Von der Frequenz hängt die Wellenlänge der ausgesandten elektromagnetischen Schwingungen ab. Wellenlänge - das ist ein neuer Begriff in diesem Zusammenhang.

Man stelle sich vor, daß ein elektromagnetisches Feld sichtbar sei. Dann wäre „in der Luft" ein Wellenzug, bestehend aus aneinander gereihten Schwingungen zu sehen, mit Bergen und Tälern wie bei einer Wasserwelle. Den Abstand zwischen zwei Bergspitzen oder den tiefsten Stellen des Wellentals nennt man Wellenlänge.

Zwischen der Frequenz und der Wellenlänge besteht ein mathematischer Zusammenhang, als Formel geschrieben sieht er so aus:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

In dieser Formel steht der griechische Buchstabe λ für die Wellenlänge, c für die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen (in Luft etwas niedriger als die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum; man rechnet in der Praxis mit 300.000 km/s), f steht für die Frequenz.

Man kann die Formel auch anders auffassen: Die Sendefrequenz multipliziert mit der Wellenlänge ergibt die Ausbreitungsgeschwindigkeit.

Hierfür einige Beispiele, die man leicht nachrechnen kann:

Hamburg 972 kHz = 308 m
Langenberg 1593 kHz = 188 m
Frankfurt 594 kHz = 505 m.

Indem man den anerkannten Sendern (auf internationaler Ebene) bestimmte Sendefrequenzen zuordnet, entsteht ein Band aus nebeneinander liegenden Stationen. Dieses Band hat nach der letzten Neuordnung nach dem Genfer Wellenplan von 1975, der Ende vorigen Jahres in Kraft getreten ist, einen Bereich von 531 kHz bis 1602 kHz (Mittelwelle MW). Da das Gedränge aber schon sehr groß ist, wurde Österreich und zwei Mini-Sendern in Bayern zusätzlich die Frequenz 520 kHz zugeteilt, mit der Auflage, den Seefunk, der in diesem Bereich ansässig ist, nicht zu stören. Da von einer österreichischen Gebirgsmarine nichts bekannt ist, kann es sich nur um den „echten" Seefunk handeln, und der ist von den betreffenden Sendern weit genug weg, so daß bei einer nicht zu großen Sendeleistung tatsächlich keine Störungen zu erwarten sind.

Alle Sender mit einer Frequenz im Mittelwellenbereich arbeiten mit der Amplitudenmodulation, kurz AM genannt.

Empfangen

Der uns umgebende Raum ist angefüllt mit unzähligen elektromagnetischen Wellen, die sich durch ihre Wellenlänge unterscheiden. Wie ist es möglich, aus diesem - könnte man es sehen - verwirrend komplexen elektromagnetischen Feld das Signal eines bestimmten Senders herauszufinden und als elektrisches Signal darzustellen, das dann wieder in Schallschwingungen zurückverwandelt wird?

Zunächst könnte dies in der Weise geschehen, daß man einen elektrischen Leiter aufspannt. An seinen Enden entsteht eine hochfrequente elektrische Spannung, wenn der Leiter sich in dem elektromagnetischen Feld befindet. Dies ist die Umkehrung des beim Senden verwendeten Prinzips; zahlreiche physikalische Erscheinungen sind umkehrbar.

Leider ist die Spannung, die an dem Leiter entsteht, sehr klein, weil die Feldstärke sehr gering ist, wenn man sich

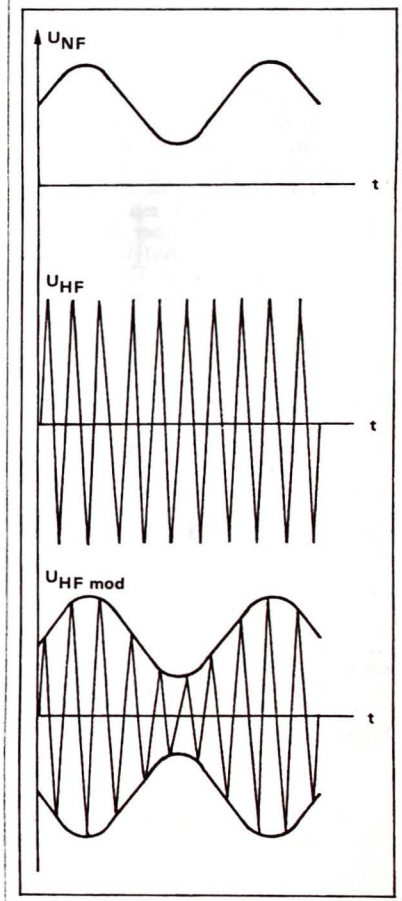


Bild 1. *Das Prinzip der Amplituden-Modulation. Das niederfrequente Signal oben moduliert eine hochfrequente Sinuswechselspannung (mitte).*

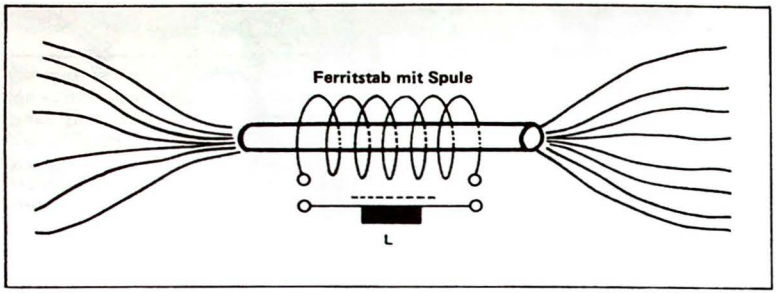


Bild 2. *Auf der Empfängerseite dient als Antenne ein mit einer Spule umschlossener Ferritstab. Dieser Stab bündelt das elektromagnetische Feld seiner Umgebung, so daß innerhalb der Spule die Feldstärke viel größer ist als in einer Luftspule.*

nicht in der Nähe des Senders befindet. Wollte man mit diesem kleinen Signal eine brauchbare Übertragung zustande bringen, so wäre ein erheblicher Aufwand an anspruchsvoller Elektronik erforderlich. Für ein kleines Radio, wie etwa der Mini-Midi, kommt dieser Aufwand nicht in Betracht.

Einfacher geht es mit einer Ferrit-Antenne, siehe Bild 2. Sie besteht aus einem Ferritstab, der einen runden oder rechteckigen Querschnitt hat; auf diesen „Kern" ist eine Spule gewickelt.

Ferrit ist ein Material, das die Eigenschaft hat, elektromagnetische Wellen auf sich zu konzentrieren, sie zu bündeln. Das gilt zwar nur für elektromagnetische Schwingungen mit einer bestimmten Wellenlänge, aber für Mittelwelle funktioniert es. Auf diese Weise entsteht in der Spule ein vielfach stärkeres Feld. Dieses ruft an den Enden der Spule eine Spannung hervor. Je mehr Windungen die Spule hat, um so besser - sollte man denken. Das stimmt auch, aber aus anderen Gründen kann man die Windungszahl nicht beliebig groß machen. Die Spannung an den Spulenenden ist wieder die modulierte HF, ein getreues Abbild des Sendersignals. Nur: Es sind sehr viele solcher Signale überlagert, weil alle Sender gleichzeitig empfangen werden. Das Signal des gewünschten Senders muß aus dem großen Angebot herausgefiltert werden.

Resonanz

Als Filter eignet sich ein LC-Schwingkreis, L steht für eine Induktivität (Spule), C für eine Kapazität (Kondensator). Man unterscheidet Serien- und Parallel-Schwingkreise. In Bild 3 ist oben ein Parallelschwingkreis dargestellt. Die Spule steht bereits zur Verfügung, es ist die auf dem Ferritstab. Der Pfeil im Kondensatorsymbol deutet an, daß die Kapazität einstellbar ist.

Legt man an den Eingang des LC-Gliedes eine Wechselspannung mit bestimmter Amplitude, aber veränderlicher Frequenz, so stellt man etwas Merkwürdiges fest: Am Ausgang erscheint nur dann eine Wechselspannung, wenn die Eingangsspannung eine bestimmte Frequenz hat. Aus einem Signal, das aus vielen Einzelsignalen mit unterschiedlicher Frequenz besteht, filtert die Schaltung dasjenige aus, dessen Frequenz in einem bestimmten Zusammenhang steht mit den Werten von L und C. Alle anderen Signale werden nicht oder nur stark geschwächt durchgelassen.

Die eine, besondere Frequenz wird als Resonanzfrequenz des Schwingkreises bezeichnet (f_r). Da die Resonanzfrequenz im Zusammenhang mit den Werten von L und C steht, läßt sie sich beeinflussen, indem man eine dieser Größen veränderlich, also einstellbar macht. An der Spule kann man so leicht nicht drehen, aber es gibt einstellbare Kondensatoren (Drehko oder Trimmer-C). Damit kann man den Schwingkreis auf die Frequenz eines bestimmten Senders einstellen.

Auf die Resonanz sollte etwas näher eingegangen werden. Spulen und Kondensatoren haben einen frequenzabhängigen Wechsestromwiderstand. Bei niedrigen Frequenzen ist der Wechselstromwiderstand der Spule ebenfalls niedrig, der des Kondensators hoch. Bei hohen Frequenzen ist es umgekehrt. In Bild 4 ist oben der Verlauf des Wechselstromwiderstandes der Spule (Z_L), in der Mitte die Kurve für den Kondensator (Z_C) dargestellt. Schaltet man diese Bauelemente parallel, so errechnet sich (für eine bestimmte Frequenz) der Gesamtwiderstand nach derselben Formel, die auch für die Parallelschaltung ohmscher Widerstände gilt. Der Gesamtwiderstand der Parallelschaltung ist somit in jedem Fall geringer als der niedrigste Einzelwiderstand. Bei niedriger Frequenz bestimmt fast ausschließlich die Spule den resultierenden Wechselstromwiderstand, bei hohen Frequenzen ist es der Kondensator. Im Bereich zwischen den hohen und den niedrigen Frequenzen gibt es eine, bei der die Wechselstromwiderstände von Spule und Kondensator gleich groß sind. An dieser Stelle hat der

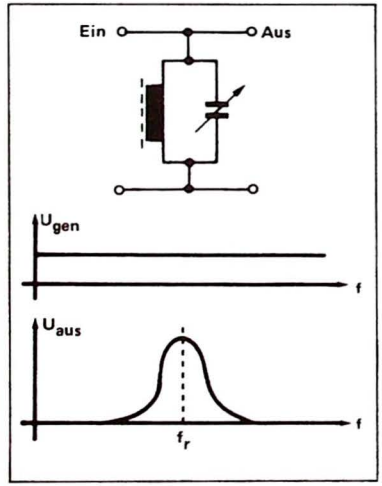


Bild 3. *Die Parallelschaltung aus Spule und Kondensator bildet einen Parallel-Schwingkreis. Dieses Glied hat eine ausgeprägte Resonanzfrequenz.*

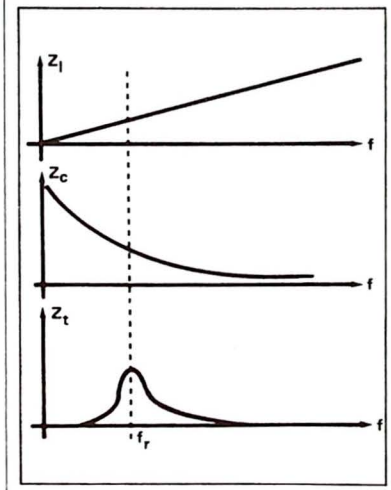


Bild 4. *Vereinfachte Darstellung zur Erklärung des Resonanzprinzips. Der Schwingkreis hat für eine bestimmte Frequenz seine höchste Impedanz.*

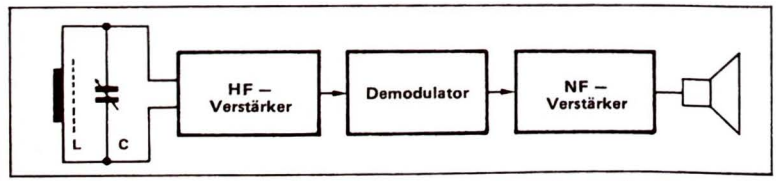


Bild 5. *Blockschaltung eines einfachen Mittelwellen-Empfängers. Am Ausgang des Detektors steht das NF-Signal zur Verfügung, um dessen Übertragung es ging.*

resultierende Wechselstromwiderstand seinen höchsten Wert, siehe Zt in Bild 4. Mit dem einstellbaren Kondensator läßt sich die Resonanzfrequenz und somit der gewünschte Sender einstellen, denn nur für die Resonanzfrequenz und benachbarte Frequenzen ist der Widerstand des LC-Gliedes so hoch, daß die hochfrequente Spannung die nachfolgende Elektronik steuern kann.

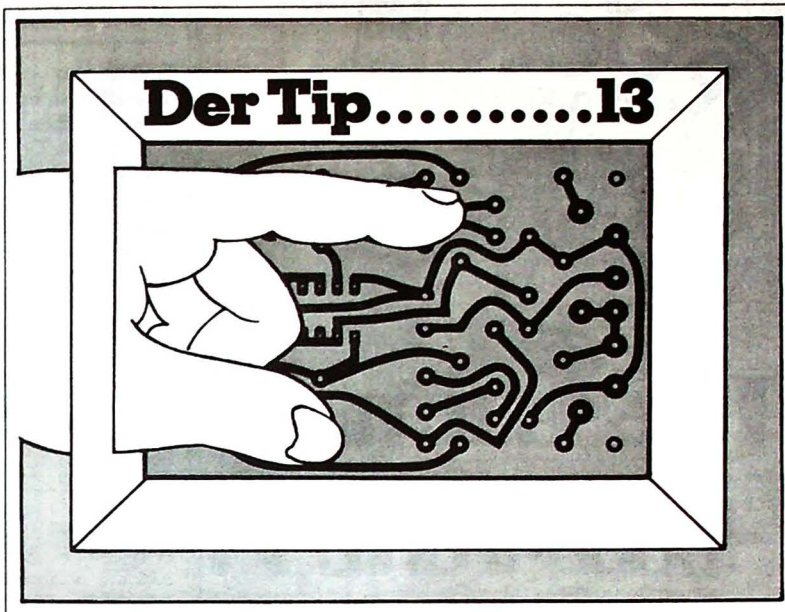
Weitere Signalverarbeitung

Der auf den Sender abgestimmte Schwingkreis stellt der nachfolgenden Elektronik ein moduliertes HF-Signal zur Verfügung, das aber eine sehr kleine Amplitude hat. Bild 5, das die Funktionsgruppen eines einfachen Empfängers enthält, zeigt hinter dem Resonanzkreis zunächst einen HF-Verstärker. Hier handelt es sich um einen ein- oder mehrstufigen Transistorverstärker, dessen Besonderheit - im Vergleich zu NF-Schaltungen - eigentlich nur darin zu sehen ist, daß er sich für die relativ hohen Frequenzen eignet. Dieser Block stellt der nächsten Einheit das modulierte HF-Signal mit einer für die weitere Bearbeitung ausreichenden Amplitude zur Verfügung.

Jetzt kommt das Problem: die Trennung der NF von der HF, bzw. die „Rückgewinnung" der NF, für die das hochfrequente Signal nur den Träger bildete.

Es gibt verschiedene Arten der „De-modulation, am wichtigsten ist der Demodulator mit Gleichrichter. Läßt man das modulierte, verstärkte HF-Signal über einen Gleichrichter laufen, so bleibt nur eine Halbwelle übrig, ob es die positive oder die negative ist, hängt von der Polung der Gleichrichterdiode ab und tut, zumindest im Prinzip, nichts zur Sache. Denkt man sich in Bild 1, untere Grafik, die negative Halbwelle weg, ebenfalls die fett eingezeichnete Hüllkurve, die ja nicht tatsächlich existiert, sondern nur eine Begriffsstütze sein soll, dann bleiben hochfrequente, positive Impulse mit wechselnder Amplitude übrig. Lädt man in passender Weise einen Kondensator mit einem Strom, der ein Abbild dieser Spannung ist, so folgt die Spannung an diesem Kondensator den Spitzen der Impulse, es entsteht ein Spannungsverlauf entsprechend der Hüllkurve. Diese aber ist, wie anfangs dargelegt wurde, ein Abbild der NF, die es zu übertragen galt. Die Hochfrequenz verschwindet am Kondensator, für sie ist er ein Kurzschluß. Der Packesel hat seine Schuldigkeit getan.

Hinter dem Demodulator steht die NF zur Verfügung. Ein Verstärker sorgt dafür, daß ein Lautsprecher oder ein Kopfhörer mit ausreichender Leistung gesteuert wird. Damit ist das Ende der Übertragungskette erreicht, denn auch die NF wurde in das ursprüngliche Schallsignal (mit Qualitätseinbußen, wie immer) umgewandelt.



Die Erdung von eloxierten „Baukasten"Gehäusen

Metallgehäuse haben sich auch in der Hobby-Elektronik längst durchgesetzt. Ihr erschwinglicher Preis wird zum Teil dadurch ermöglicht, daß die Hersteller aus Standard-Bauelementen Bausätze für Gehäuse der unterschiedlichsten Abmessungen zusammenstellen.

Beispiele dafür sind die Alu-Profilholm-Gehäuse, die P.E. für die in dieser Ausgabe beschriebene ESQ vorschlägt bzw. früher für die Superspannungsquelle (SSQ) und die Modulserien vorgeschlagen hat.

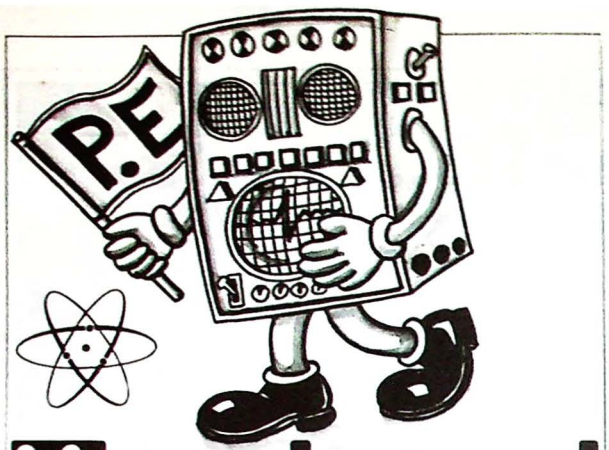
Problematisch ist bei diesen Gehäusen die Erdung, d.h. der Kontakt zum Schutzerde-Leiter, denn selbstverständlich ist alles, was sichtbar ist - Holme und Platten, mit Ausnahme der Bodenplatte - eloxiert, die Eloxalschicht aber ist ein Isolator. Es passiert also, daß die Einzelteile des Gehäuses nicht in elektrischer Verbindung stehen. Damit geht einer der Vorteile, nämlich die allseitige Abschirmung, auf die es gelegentlich ankommt, verloren, und im Hinblick auf die elektrische Sicherheit entsteht gegenüber Kunststoffgehäusen sogar ein Nachteil.

Die Industrie kennt natürlich das Problem, so hat eine bekannte Firma einmal untersucht, mit welcher Kraft man Schrauben eines bestimmten Typs festziehen muß, um die Eloxalschicht zu zerstören und so den Kontakt zwischen der eloxierten Gehäuseplatte und der Schraube herzustellen. Man nimmt dort offenbar die Sache sehr ernst, aber die Sicherheitsgebote sollten natürlich auch im Hobbybereich gelten.

Was also ist bei einem netzgespeisten Gerät - etwa der ESQ - zu tun, wenn man ganz sicher gehen will?

Konsequent wäre es, Kanten der Bleche und Nuten der Holme mit Schmirgelpapier oder mit einer kleinen Feile so zu bearbeiten, daß an den Berührungsflächen mit Sicherheit ein Kontakt entsteht. Das ist allerdings viel Arbeit, aber man kann dann die Erdung an beliebiger Stelle anbringen, etwa mit Hilfe einer Lötöse, die irgendwo beim Festschrauben einfach mit festgeklemmt wird.

Einfacher ist es, in den hinteren, unteren Holm ein Gewinde für eine Erdungsschraube zu bohren und dort die Lötöse anzubringen. Die Versenkungen der Bohrungen in den Seitenteilen sind nicht eloxiert, so daß auf jeden Fall alle vier Holme und die beiden Seitenteile in elektrischer Verbindung stehen. Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, daß alle Teile in Kontakt stehen. Auskunft gibt ein Durchgangstester, etwa der in Heft 4/79 kommende DUT.



Messebummel

Was an welchem Stand?

Bereits zur ersten Hobby-tronic brachte P.E. eine Messeübersicht in der Form, wie sie auf der rechten Seite zu sehen ist.
Mit dieser Übersicht steht dem Messebesucher ein nützliches Hilfsmittel zur Verfügung, wie die Erfahrung des letzten Jahres gezeigt hat: Viele Besucher hatten die betreffende Seite in P.E. zur Orientierung aufgeschlagen. Eine solche Orientierungshilfe ist um so nützlicher, je größer das Gedränge und die Zahl der Stände sind. Auch eine schnelle Analyse der Themenschwerpunkte auf dieser Hobby-tronic ist möglich, indem man die Zeichen einer Spalte zusammenzählt.
*) In der Spalte „Sonstiges" sind auch die Stand-Nummern solcher Aussteller aufgeführt, deren Produktangaben bei Redaktionsschluß noch nicht vorlagen.

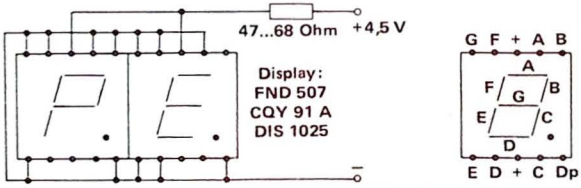
Hobby-tronic '79

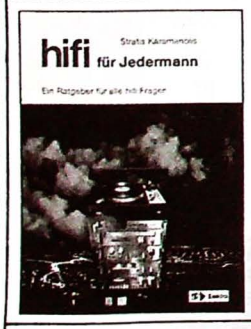
Dortmund, Westfalenhallen

In Kürze ist es wieder so weit, die Hobby-Elektroniker haben ihre zweite Ausstellung. Der erste Messetag, der 7. 3., ist für den Fachhandel reserviert, dann folgen bis einschließlich 11. 3. vier „öffentliche" Tage.
Die erste Hobby-tronic, 1978, war hinsichtlich der Besucherzahlen und der im nachhinein von den Ausstellern bekundeten Zufriedenheit ein voller Erfolg. In diesem Jahr ist fast die doppelte Anzahl Firmen vertreten. Auch für den, der sich innerhalb seines Hobbys spezialisiert hat, gibt es interessante Stände, da sich Aussteller von Micro-Computern, Orgeln, Modelleisenbahn-Elektronik, HiFi-Bausteinen und Funk-Artikeln angekündigt haben. Allgemeine Elektronik-Bauteile sowie Fachliteratur als Zeitschriften und Bücher finden sich wieder sehr zahlreich.
Am Stand 5015 treffen Sie P.E.-Redakteure und können Sie einige von den bereits beschriebenen Geräten sowie neue, für die Veröffentlichung vorgesehene Sachen in Augenschein nehmen.

Der P.E.-Blinker

Aus den Segmenten und den Dezimalpunkten zweier Siebensegment-Displays sowie einem Widerstand und einer Batterie läßt sich ein leuchtendes P.E. aufbauen, das Sie jederzeit, auch auf der Hobby-tronic, als Elektronik-Fan und P.E.-Leser ausweist.
Die Schaltung ist angegeben. Um auf einen EIN/AUS-Schalter verzichten zu können, empfiehlt sich eine Steckverbindung mit Lötstiften und Steckschuhen. Bei unserem „Labor"-Modell sind die Steckschuhe auf die Batteriefahnen gelötet, die Lötstifte sitzen an den Kabeln. Zur Standard-Ausrüstung sollte eine angelötete oder aufgeklebte Sicherheitsnadel gehören, damit man die Displays ans Revers stecken kann.
Wenn Sie eine besonders ansprechende Ausführung oder einen P.E.-Blinker entwickelt haben, kommen Sie bitte mit Gerät (sichtbar tragen natürlich) und evtl. mit Schaltplan zum P.E.-Stand zum Fotografieren usw. Es ist vorgesehen, interessante Ausführungen, zumindest eine Blink-Version, demnächst in P.E. vorzustellen. Also: ran!





Weiter Bücher des Autors
HiFi für Jedermann
160 S., 68 Abb., DM 16,80
CB-Funk — Hobbyfunk für jedermann
7. Auflage, 120 S., 63 Abb., DM 9,80
Alles über CB — Ein Handbuch für den CB-Funker
4. Auflage, 220 S., 127 Abb., DM 19,80
CB-Service, Bd. I
3. Auflage, 140 S., 110 Abb., DM 12,80
CB-Service, Bd. II
3. Auflage, 130 S., 110 Abb., DM 12,80
CB-Antennen, 120 S., 56 Abb. DM 9,80
OSCAR-Amateurfunk-Satelliten
5. Auflage, 202 S., 64 Abb., DM 16,80
Spacelab — Europas Labor im Weltraum
288 S., 63 Abb., DM 16,80
Der Lauschangriff — Minispione und ihre Abwehr
161 S., 63 Abb., DM 16,80
Funk-Enstörung von Kraftfahrzeugen
116 S., 64 Abb., DM 10,50
Heim-Videeo-Recorder, 90 S., 39 Abb., DM 9,80

Karamanolis Verlag
Beethovenstraße 35, 8012 Ottobrunn bei München, Tel. (089) 6 01 19 59/6 01 13 56

Treffpunkt: Stand 5098 Hobby-tronic '79

WETTERSTATION
☎ 07161-32265

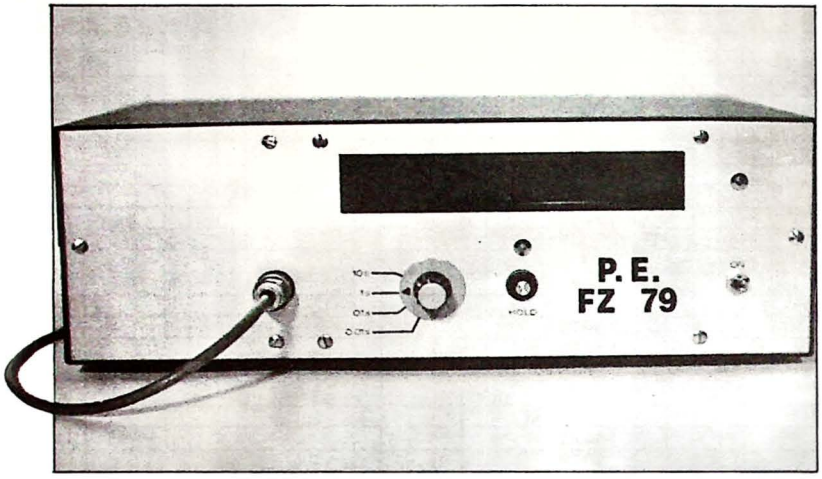
NEU – elektron. Windmesser mit 2 Gebern für Mastmontage. Anzeige bis 30 m/s mit Instrument. 8 Windrichtungen durch LED.
Bausatz o. Gehäuse DM ~~188,–~~ 158.–
Fertiggerät DM 228,–
Vorausscheck oder zuz. Nachnahmegebühr.
Katalog »Rx« DM 3,– (Briefmarken)

INFO TELECOM
Über die Bahnbrücke - dann gleich rechts!
7336 UHINGEN
Holzhäuser Straße 3
9.00–12.30 Uhr, 14.30–18.30 Uhr.
Mittwochs und samstags nur vormittags.

Stand-Nr.	CB-Funk	Meßgeräte	Bauteile	Werkzeuge	Bausätze	Micro-Computer	Musikelektronik	Antennen	Experim. + Testsysteme	Lautsprecher	Fachliteratur	Gehäuse	Lichtorgeln	Information	Spez.-Kleber	Gravouren	Prints	Elektron. Orgeln	Sonstiges *)
5000														o					
5001																			o
5002						o													
5003				o															
5004			o																
5005															o				
5006		o	o																o
5007											o								
5008			o																o
5009	o	o	o																
5010			o																o
5011		o																	o
5012	o																		
5013															o				
5014	o															o			
5015											o						o		
5016		o																	
5017										o									
5018	o							o											
5019										o									
5020								o											
5021																			o
5022					o														o
5023			o		o														o
5024					o														o
5025							o												
5026	o	o					o						o						o
5027						o													
5028														o					
5029	o	o	o								o								
5030											o								
5031		o														o			
5032									o										
5033									o										o
5034											o						o		
5035	o																		
5036			o			o													
5037	o	o																	
5038	o																		
5039																		o	
5040											o								
5041		o	o																
5042																			o
5043													o						
5044																		o	
5045	o																		
5046			o	o					o										
5047	o																		
5048					o				o		o								
5049									o		o								
5050	o																		
5051	o																		
5052						o					o	o							
5053					o														
5054																			o
5055			o			o													
5056																			o
5057																			o
5058	o		o	o															o
5059			o																
5060		o																	

Stand-Nr.	CB-Funk	Meßgeräte	Bauteile	Werkzeuge	Bausätze	Micro-Computer	Musikelektronik	Antennen	Experim. + Testsysteme	Lautsprecher	Fachliteratur	Gehäuse	Lichtorgeln	Information	Spez.-Kleber	Gravouren	Prints	Elektron. Orgeln	Sonstiges *)
5061																	o		
5062																			o
5063				o	o				o		o								
5064			o																
5065											o								
5066					o														
5067			o																o
5068					o														
5069				o															
5070				o															
5071				o															
5072																			o
5073					o														
5074											o								
5075																	o		
5076																	o		
5077	o						o												
5078																	o		
5079																	o		
5080																	o		
5081																	o		
5082				o															
5083				o	o						o								
5084											o								
5085						o													
5086		o																	
5087				o															
5088																			o
5089						o													
5090														o					
5091						o													
5092	o	o	o																
5093							o												o
5094																			o
5095														o					
5096			o			o													
5097		o			o														
5098																			o
5099																			o
5100			o				o												o
5151	o																		
5153																			o
5158					o														
5159	o				o														
5161						o													
5162		o																	
5163																			
5164						o													
5165				o															
5170			o																
5171	o																		
5172						o													
5173	o																		
5174						o													
5175	o			o	o														
5177					o														
5180							o												
5184					o			o			o								
5185						o													
5186	o				o														

Frequenzzähler '79 (Teil 2)



Funktion und Aufbau

Zwischen einem Impulszähler und einem Frequenzmesser bestehen grundsätzliche Unterschiede, trotzdem hat sich für beide Geräte der Begriff Frequenzzähler oder kurz „Zähler" eingebürgert. Bei dem im letzten Heft beschriebenen 10 MHz-Zähler handelt es sich um einen Frequenzmesser, der mehr kann als nur Impulse zählen. Im nun folgenden Beitrag werden die Wirkungsweise des Gerätes und der Einbau in ein vorbereitetes Gehäuse beschrieben. Auch für die vorgesehenen Erweiterungen bietet das Gehäuse und seine Frontplatte Platz.
Einen Schwerpunkt innerhalb der Funktionsbeschreibung bildet die Erklärung des Begriffs „Multiplexen", wobei auch die Notwendigkeit dieses Verfahrens zur Displaysteuerung begründet wird.

Zählen oder Messen

Ein Zähler besteht im Prinzip aus einer Reihe hintereinandergeschalteter (kaskadierter) Zähldekaden mit der notwendigen Steuerelektronik, um das in digitaler Form im Zähler stehende Resultat auszulesen. Die Zählkapazität hängt von der Anzahl der kaskadierten Dekaden ab. Man kann mit solchen Geräten z.B. mit Hilfe einer Lichtschranke - sie liefert die Zählimpulse - die Anzahl der auf einem Laufband beförderten Verpakkungseinheiten zählen. Am Ende eines Arbeitstages läßt sich dann ablesen, wieviel Einheiten produziert wurden. Daraus läßt sich zwar der Mittelwert der pro Stunde produzierten Einheiten errechnen, man hat aber keinen Aufschluß über eventuelle Schwankungen der Stundenleistung im Verlauf eines Produktionstages. Ein Meßgerät, das auch diese Daten erfaßt, müßte ein „besserer" Zähler sein, einer, der die pro Zeiteinheit hergestellten Mengen erfaßt.
Diese Überlegung führt zur Frequenzmessung, denn die Frequenz f ist definiert als die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde. Soll die Frequenz gemessen werden, so muß man um den einfachen Zähler herum eine sogenannte Peripherie anordnen, die den Bezug der gezählten Einheiten zur Zeit herstellt.
Ein 8-Dekaden-Zähler mit der erforderlichen, peripheren Elektronik ist schematisch in Bild 1 dargestellt. Vor dem Zählereingang ist zunächst einmal ein „Tor" (oder „Zählgatter") anzuordnen, das nur für genau definierte Torzeiten geöffnet ist. Sehr genaue Torzeiten liefert dazu eine Schaltung, die „Zeitbasis" genannt wird. Das Herz der Zeitbasis bildet ein quarzgesteuerter Oszillator, dessen ausgezeichnete Frequenzstabilität die „Ursache" der genauen Torzeiten ist.
Die Frequenz dieses Oszillators wird nun heruntergeteilt, und zwar auf die gewünschten Torzeiten. Beim Frequenzzähler '79 lassen sich mit einem Schalter vier verschiedene Torzeiten wählen. Der Schalter S in Bild 1 unten rechts informiert die Steuerlogik über die gewünschte Torzeit, diese steuert das Zählgatter. Während dieser Zeit zählt nun der 8-Dekaden-Zähler die eintreffenden Impulse. Damit ist aber die Aufgabe der Steuerlogik noch nicht erschöpft, denn es soll ja die Frequenz, die gemessen wird, auch angezeigt werden. Dazu ist das im BCD-Code an den je vier Ausgängen der acht Zähldekaden stehende Resultat in einem BCD zu Siebensegment - Dekoder so umzuwandeln, daß sich Siebensegment-Anzeigen damit steuern lassen; auch ein Dezimalpunkt soll erscheinen.

Dazu schnell eine Zwischenrechnung über die benötigten Steuerleitungen:
4 BCD-Informationen an 8 Dekadenzählern sind abzufragen = 32 Leitungen zu den Dekodern, von den Dekodern sind es dann 7 x 8 = 56 Leitungen, die zu den Segmenten und 8 Leitungen, die zu den Dezimalpunkten führen, also 64 Verbindungen, ohne die Anodenleitungen, die alle auch zu den Displays geführt werden müssen. Man kann sich gut vorstellen, welche Alpträume einen Print-Layouter bedrücken, wenn er alle diese Leitungen auf engstem Raum unterbringen soll.
Sollte dieses Problem zufriedenstellend gelöst sein, so ergibt sich bei der geschilderten „direkten" Auslesung ein weiterer Nachteil, weil die Torzeit im Verhältnis zur Anzeigezeit sehr groß ist, so daß die Anzeige die meiste Zeit flimmert, weil die Zähler „vollaufen", nur während einer relativ kurzen Pause „steht" die Anzeige. Diese Erscheinung läßt sich beseitigen, wenn das Meßresultat erst nach Ablauf der Torzeit in einen Zwischenspeicher (Latch) eingelesen und dort bis zum Ablauf der nächsten Torzeit gespeichert wird. Die Anzeige steht dann „ruhig", bis ein neues Meßresultat in den Speicher gelangt.
Damit ergeben sich zusätzliche Aufgaben für die Steuerlogik, sie muß nach Ablauf der Torzeit dem Zwischenspeicher den Befehl erteilen, das Meßergebnis zu übernehmen und anschließend den Zähler auf Null zurückzusetzen, damit die

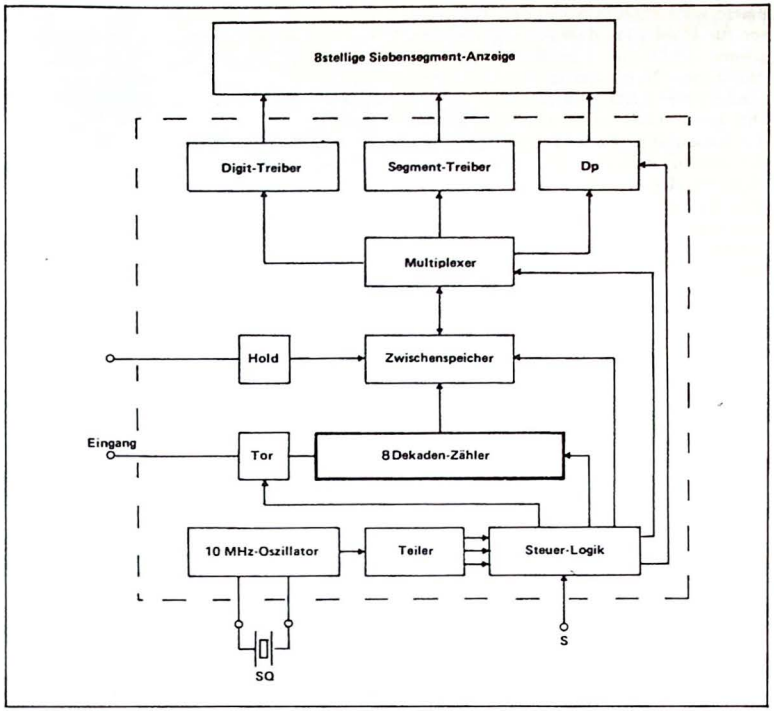


Bild 1. *Die Funktionsgruppen im Frequenzzähler-IC 7216 C, das im FZ '79 verwendet wird. Die externe Beschaltung beschränkt sich auf Maßnahmen am Meßeingang, die Holdfunktion, den Quarz, das Display und den Schalter S für die Torzeit.*

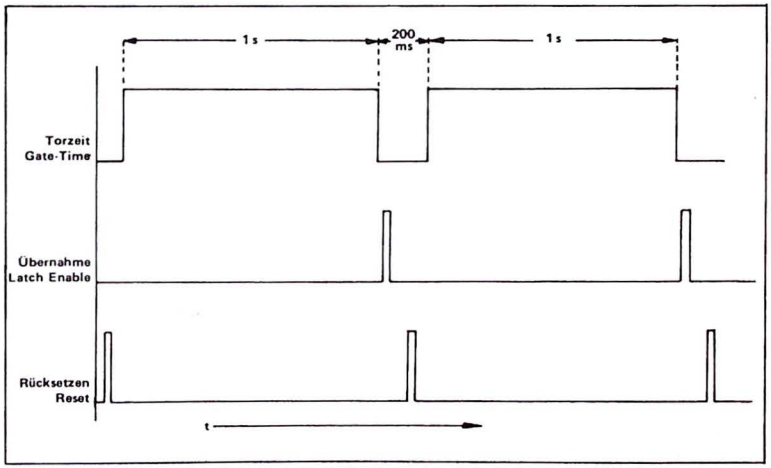


Bild 2. *Die Steuer-Logik hat viele Aufgaben, hier ist die Tor- und Meßzeitsteuerung herausgegriffen. Wegen der langen Torzeit im Verhältnis zur Meßpause von 200 ms ist es nicht sinnvoll, den momentanen Zählerinhalt auf dem Display unmittelbar darzustellen; die Anzeige ist nicht ablesbar. Deshalb ist ein Zwischenspeicher nötig.*

nächste Messung erfolgen kann. Der zeitliche Ablauf der Steuerbefehle ist im Impulsdiagramm Bild 2 dargestellt.
Nun zurück zu dem Problem der vielen Steuerleitungen. Die Lösung heißt: Multiplexen.
Das Prinzip ist in Bild 3 dargestellt. Der Zwischenspeicher ist als Register mit 8 Zeilen ausgebildet, in Zeile 1 wird die Information für das Anzeige-Digit 1 eingelesen, in Zeile 2 diejenige für Digit 2 usw. Die Steuerlogik muß auch hier für den richtigen Ablauf sorgen, und zwar muß sie nach Ablauf der Torzeit jeweils aufeinander folgend (seriell) die Zählerausgänge abfragen und die BCD-kodierten Informationen über den Zählerstand von unten nach oben in die Speicherplätze des Registers einlesen. Anschliessend ist die Richtung umzukehren, der Registerinhalt muß zeilenweise von oben nach unten und seriell in den Siebensegment-Dekoder eingelesen werden.
Der Dekoder steuert den Segment-Treiber, von dem nur 8 Leitungen (7 Segmente, 1 Dezimalpunkt) zum Display führen, da alle gleichartigen Segmentanschlüsse miteinander verbunden sind, d.h. 7 x a, 7 x b, 7 x c usw. Es leuchtet trotzdem bei der seriellen Abfrage nur jeweils eine Segmentanzeige auf, weil bei der Abfrage nur die der betreffenden Registerzeile zugeordnete Anzeigen-Anode aktiviert wird.
Die Multiplexfrequenz wird so hoch gewählt, daß sich für das menschliche Auge ein stehendes Bild ergibt, bei dem IC 7216 C im FZ '79 beträgt die Frequenz 500 Hertz.
Zum Display führen insgesamt nur noch 16 Leitungen, außerdem werden beim Multiplexen 7 Stück Siebensegment-Dekoder eingespart. Die größte Platzersparnis ergibt sich aber auf dem Print, weil alle erforderliche Zähler-Peripherie schon im IC enthalten ist; daher die wenigen externen Bauelemente.
Zum Schluß noch ein Wort zum Hold-Eingang. Liegt er auf hohem Potential, so ist die Ablaufsteuerung des Zählers blockiert, das letzte Meßergebnis bleibt so lange stehen, bis Hold aufgehoben ist.

Gehäuse-Einbau

Vor Einbau des Zählers in das vorbereitete Gehäuse ist ein wenig Handarbeit zu leisten, um eine provisorische Halterung für die BNC-Eingangsbuchse anzufertigen. Dazu dient ein Stück Print-

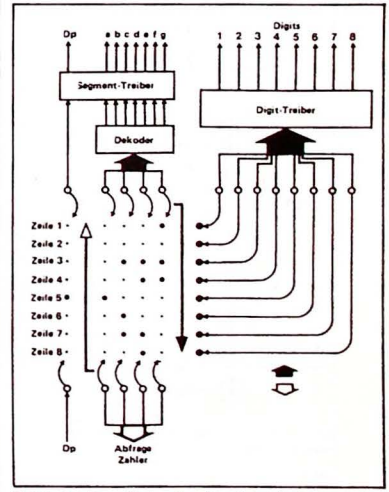


Bild 3. *Das Prinzip des Multiplexens ist gar nicht so kompliziert, aber schwierig darzustellen. Die Texterklärung zu diesem Bild ist hoffentlich gelungen.*

material, das entsprechend Bild 4 zu bearbeiten ist. Mit einem scharfen Messer werden auf der Kupferseite die Trennlinien für die zu entfernenden Streifen eingekerbt. Die Streifen lassen sich mit einer Pinzette abheben, wenn man zunächst nahe am Rand den Kupferstreifen mit einem Lötkolben erwärmt. Hat man den Streifen gefaßt, so bewegt man den Lötkolben langsam auf dem Streifen entlang, um den Streifen „auf den Fersen des Kolbens" vom Basismaterial abzuziehen. Die große Bohrung im Mittelfeld dient zur Aufnahme der BNC-Eingangsbuchse, die beiden Bohrungen in den Randfeldern sind für die Befestigung des Prints an der Frontplatte gedacht. Da die BNC-Buchse mit dem Hilfsprint verschraubt wird, bildet die mittlere Kupferfläche den Masseanschluß des Eingangs.

Der Hilfsprint mit der eingebauten BNC-Buchse wird nun in 5 mm Abstand mit Hilfe von Abstandsröhrchen verschraubt, und zwar an der Stelle, wo sich (vom linken Rand her gesehen) das zweite Bohrloch für eine BNC-Buchse befindet. In die Bohrlöcher am linken Rand kommen die vom Gehäusehersteller mitgelieferten Abdeckkappen. Wie schon oben angedeutet, sind diese Maßnahmen als Provisorium zu betrachten, da der Platz an der linken Seite des Prints für die Aufnahme des Vorverstärkers dienen soll, die Frontplatte ist also schon dafür vorbereitet. Die Bestückung der Frontplatte wird ergänzt durch den Tastschalter für Hold plus darüber angeordneter grüner LED (in Einbaufassung) und durch den Netzschalter mit darüberliegender roter LED (in Einbaufassung).

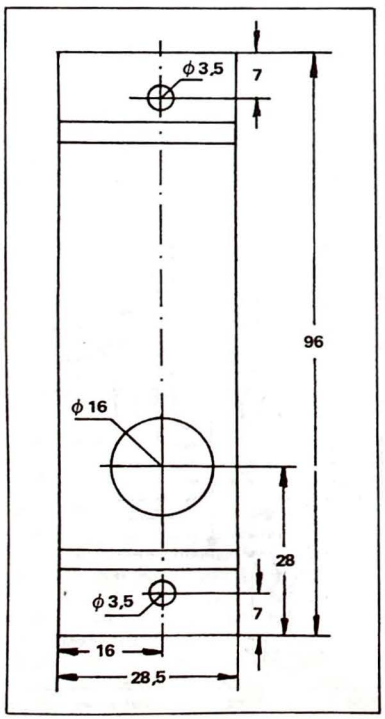


Bild 4. *Eine Hilfsplatte aus Printmaterial, die zur Aufnahme der BNC-Buchse dient.*

Die grüne LED ist so einzubauen, daß die Anschlußbeine senkrecht übereinander stehen, dabei muß das längere Bein (der Anodenanschluß) nach unten zeigen. Zuletzt wird die rote Filterscheibe von hinten gegen den Ausschnitt für die Siebensegment-Anzeige geklebt (Kleber: Uhu-plus, Greenit, Pattex, Stabilit).

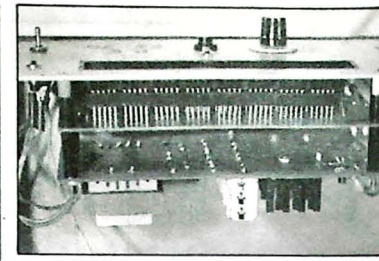
Der Basisprint des Zählers ist nun an der Reihe, hier sind vier etwa 3 cm lange Schaltdrähte in die Printbohrungen so einzulöten, daß sie aus der Bestückungsseite des Prints herausschauen. Nunmehr wird der Basisprint mit der Frontplatte verschraubt, und zwar von vorne gesehen in der Reihenfolge 3x5-Schraube, 10 mm Abstandsbolzen mit 3 mm Innengewinde, Gewindestange und darübergeschoben ein 15 mm langes Abstandsröhrchen. (Leider sind die Abstandsbolzen mit Innengewinde nicht in der Stückliste aufgeführt, dafür aber irrtümlich die Gewindestangen gleich doppelt).

Mit 2 Muttern M 3 wird für provisorischen Halt des Basisprints gesorgt, weil nunmehr vier knifflige Lötverbindungen zwischen Basisprint einerseits und Frontplatte andererseits herzustellen sind. Es handelt sich dabei um die Zuleitungen zu grüner LED und HOLD-Tastenschalter.

Ist dieses Problem zufriedenstellend gelöst, so werden die Haltemuttern entfernt und der Stromversorgungsprint in 25 mm Abstand (Abstandsröhrchen verwenden!) mit dem Basisprint verschraubt. Die Kupferseite des Basisprints muß zur Kupferseite des Netzteilprints zeigen, der Netztrafo befindet sich dann hinten rechts.

Vom Netzteilprint führen vier Verbindungsleitungen zu der Frontplatte, und zwar zwei zum Netzschalter und zwei zur roten LED (langes Bein an Masse!). Auf der linken Seite sind zwei Verbindungen zwischen Basisprint und Netzteil herzustellen, und zwar handelt es sich um den + 5 V-Anschluß und die Masseverbindung. Es fehlen nun nur noch die beiden Verbindungen zwischen Hilfsprint und Basisprint, d.h. die Verbindung zwischen Innenleiter BNC-Buchse und Eingangsprint Basisprint sowie zwischen Kupferfläche Hilfsprint und Masse Basisprint.

Doch damit nicht genug, es mangelt noch an „Saft von hinten". An der Rückseite des Gehäuses sind die Öffnungen für Kabeldurchführung und Einbausicherung anzubringen, außerdem eine Bohrung für die Befestigung der Zugentlastung; unter die Mutter kommt die Lötöse für den Schutzerde-Leiter des Netzkabels. Zweimal müssen Sie nun noch zum Lötkolben greifen, um Netzkabel und Netzschalter miteinander zu verbinden. Haben Sie alles noch einmal



genauestens überprüft, so können Sie endlich den Saft einschalten.

Bedienung

Nach Betätigung des Netzschalters ergeben sich zwei Möglichkeiten: Entweder leuchtet außer der roten LED auch die grüne LED auf und bei der Anzeige tut sich nichts, oder die grüne LED leuchtet nicht und es zeigen sich drei Nullen und davor der Dezimalpunkt. Letzteres trifft allerdings nur dann zu, wenn der Schalter für die Torzeit auf 1 s zeigt. Leuchtet aber die grüne LED auf, so müssen Sie schon mal den HOLD-Schalter betätigen, um die Karre zum Laufen zu bringen. Nun können Sie mit Hilfe eines Drahtstückchens und mit zitternden Fingern die BNC-Buchse kurzschließen, das Display sagt Ihnen dann, wie oft sie innerhalb einer Sekunde gezittert haben. Sie haben damit gleichzeitig das Kontaktprellen von Schaltern simuliert.

Es wäre aber schade, wenn der Zähler nur zu solchen Spielereien dienen sollte. Daher müssen Sie sich schon der Mühe unterziehen, ein schönes Meßkabel anzufertigen. Es besteht aus abgeschirmter Meßleitung für Hochfrequenz, denn es sollen ja 10 MHz ungestört durch diese Leitung flitzen! Verwenden Sie unter keinen Umständen das dünne abgeschirmte Kabel, wie es für NF-Leitungen üblich ist, es eignet sich wegen seiner hohen Kabelkapazität nicht.

Haben Sie dieses Kabel auf der einen Seite mit einem BNC-Stecker und auf der anderen Seite mit Abgreifklemmen oder Prüfspitzen versehen, so können Sie Messungen an allen Stellen von TTL-Schaltungen ausführen, an denen Impulse auftreten (Goliath, TTL-Trainer). Verlängern Sie die Torzeit auf 10 Sekunden, so können Sie sogar eine Stelle hinter dem Komma erfassen, also 0,1 Hz. Übrigens: Der Dezimalpunkt ist bei allen Torzeiten stets die kHz-Marke, so will es die interne Logik des Zähler-Bausteins.

In der jetzigen Bauphase weist der Zähler TTL-Empfindlichkeit auf, die Eingangsamplitude muß daher mindestens 1,8 V betragen, sie darf 5 V möglichst nicht überschreiten. Mit dem geplanten Eingangsverstärker wird sich die Empfindlichkeit auf 50 mV erhöhen, damit ist eine Ausweitung der Meßmöglichkeiten verbunden.

Was bedeutet....?

Wenn man die Elektronik nicht von den Grundlagen an studiert hat, sondern auf irgendein „Level" eingestiegen ist, können einem immer wieder Begriffe begegnen, die vielleicht gar keine besonders komplizierte Sache bezeichnen, die man aber irgendwann richtig verstehen muß, damit sie für immer sitzen. Es gibt in der Elektronik auch laufend Wortneuschöpfungen, die fast alle aus dem Englischen kommen. In unseren Tagen werden die Begriffe so unmittelbar Bestandteil der Fach- und Fachumgangssprache, als ob irgendeine natürliche Gesetzmäßigkeit die Triebkraft dafür wäre. Dabei gibt es oft eine treffende Bezeichnung:

Betätigt man gemäß Bild 1a den in einem Stromkreis angeordneten Taster T in regelmäßiger Folge für eine bestimmte Zeitdauer t_{ein}, dann zeigt die grafische Darstellung dieses Vorgangs (Bild 1b), daß auf diese Weise eine Rechteckschwingung erzeugt werden kann. Die Periodendauer t dieser Schwingung ist gleich $t_{ein} + t_{aus}$. Die Frequenz f der Schwingung beträgt dann

$$f = \frac{1}{t_{ein} + t_{aus}} = \frac{1}{t}$$

(f in Hertz [Hz], t in Sekunden [s]).
In Worten: Die Frequenz f (in Hz) ist die Anzahl der Schwingungen (Perioden) pro Zeiteinheit (in s).
Die Bilder 1b...d zeigen, daß die Kurve symmetrisch (Bild 1) oder asymetrisch (Bild 1c und d) verlaufen kann. Die Kurvenform hängt davon ab, wie lange man entsprechend Bild 1a innerhalb der Periodendauer t „tastet", also von t_{ein}.
Damit kommen wir der im Titel gestellten Frage schon näher, die Antwort lautet: Das Tastverhältnis ist das Verhältnis der Einschaltdauer t_{ein} zur Gesamtdauer t der Periode. Das Tastverhältnis wird in Prozent ausgedrückt. Dazu noch ein wenig einfacher Formelkram:

$$\text{Tastverhältnis} = \frac{t_{ein}}{t_{ein} + t_{aus}} = \frac{t_{ein}}{t}\,[\%]$$

$$\left(\text{Duty cycle} = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}\right)$$

Zur Verdeutlichung nun noch Beispiele, die sich auf Bild 1 beziehen.

Symmetrische Schwingung nach Bild 1 b:

$t_{ein} = t_{aus} = 50$ Millisekunden [ms].

$t = 100\ ms = 0{,}1\ s$

Dann ist

$$f = \frac{1}{t_{ein} + t_{aus}} = \frac{1}{t} = \frac{1}{0{,}1} = 10\ Hz$$

Das Tastverhältnis ist

$$\frac{t_{ein}}{t_{ein} + t_{aus}} = \frac{50}{50 + 50} = \frac{50}{100} = 50\%$$

Asymmetrische Schwingung nach Bild 1c:
$t_{ein} = 90$ ms; $t_{aus} = 10$ ms; $t = 100$ ms $= 0{,}1$ s; somit ist f wieder gleich 10 Hz.
Tastverhältnis:

$$\frac{t_{ein}}{t_{ein} + t_{aus}} = \frac{90}{90 + 10} = \frac{90}{100} = 90\%$$

Asymmetrische Schwingung nach Bild 1d:
$t_{ein} = 10$ ms; $t_{aus} = 90$ ms; $t = 100$ ms; $f = 10$ Hz.
Tastverhältnis:

$$\frac{t_{ein}}{t_{ein} + t_{aus}} = \frac{10}{10 + 90} = \frac{10}{100} = 10\%$$

Bei niedrigem Tastverhältnis ist der Impuls schmal, bei sehr schmalen Impulsen (Tastverhältnis ⩽ 1%) spricht man von Nadelimpulsen.

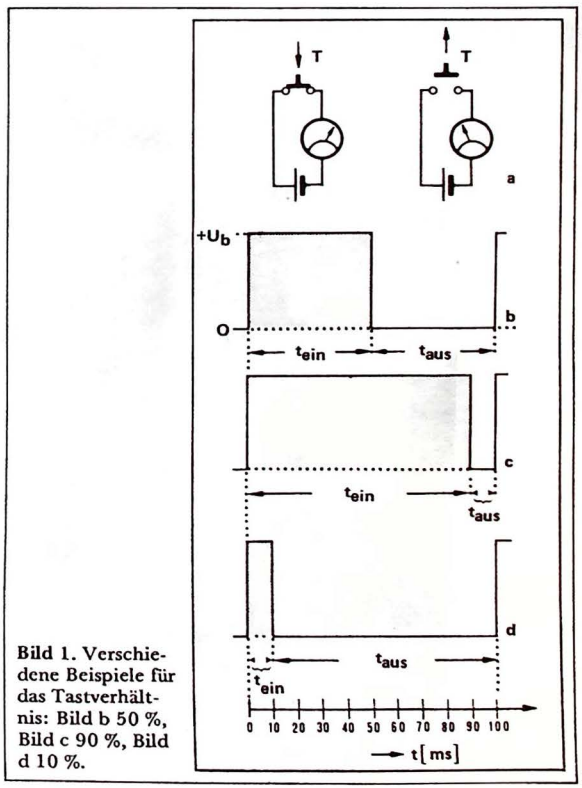


Bild 1. Verschiedene Beispiele für das Tastverhältnis: Bild b 50 %, Bild c 90 %, Bild d 10 %.

FUNKTIONS GENERATOR

5FG 205
Sinus, Dreieck, Rechteck, Sägezahn Rechteck-Impuls, Frequenzbereich 1 Hz - 200 KHz; lineare Skala; Klirrf. ⩽ 1%; Ausgang 0-3Vss in 3 Stufen und stufenlos einstellbar; Ri ⩽ 10 Ohm; TTL-Ausgang; Stromvers. 12V- oder 220 Volt mit Netzteil; Maße: 137x87x50mm.
Fertiggerät . . . . . DM 109,60
Bausatz mit Gehäuse und Netzteil . . . . . .DM 98,60

5 FG 206
Wie 5 FG 205, jedoch Frequenz-Bereich 10 Hz - 200 KHz.
Fertiggerät . . . . . .DM 97,60
Bausatz mit Gehäuse und Netzteil . . . . . .DM 86,60

HALBLEITER			
BC 414	-,33	XR 2206	7,90
BC 416	-,38	ZNA 116E	25,90
BF 494	-,54	ZN 424 E	4,00
E 300	1,45	LM 741	-,89
2N 1613	-,55	LM 324	1,92
2N 2905	-,65	LM 3900	2,02

FREQUENZ ZÄHLER

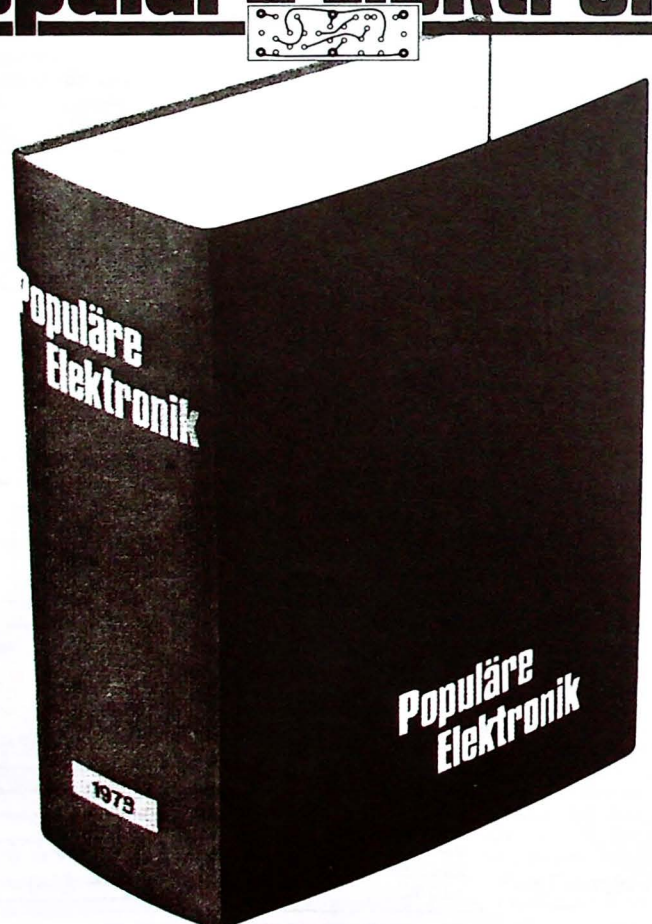
4 FC 504
Meßbereich 0-10 MHz, Auflösung 1 Hz, 5 stellige 11 mm-7 Segment-LED-Anzeige, Netzbetrieb 220 V, Maße: 137x87x50mm.
Fertiggerät . . . . . DM 159,90
Bausatz m. Gehäuse. . DM 129,90
2 FC 502
Meßbereich 0 - 1MHz, Auflösung 10 Hz, Anzeige 4-stellig, sonst wie 4 FC 504
Fertiggerät . . . . . DM 115,90
Bausatz m. Gehäuse. . .DM 97,50

klaus hense hobby electronic **mondstr. 1, 8000 münchen 90** Tel. 089/66 45 21

Anzeigenschluß
für Heft
5/79
ist am
23. März 1979

Heft 4/79
erscheint
am
15. März 1979

Der "Neue" für Populäre Elektronik



Ab sofort kann man den neuen Sammelordner für 1979 bestellen.
Das neue Format beträgt 22,5 cm breit, 29 cm hoch und ca. 5,5 cm tief. Damit können Sie PE von Anfang an in diesem stabilen und praktischen Ordner aufbewahren. Und zwar alle 12 Hefte eines Jahrgangs.
Also nicht vergessen:
Den stabilen und repräsentativen Sammelordner in roter Farbe gleich bestellen. Lieferung in ca. 4-5 Wochen. Für nur DM 11,80 im großen Format, inklusive Porto und Verpackung. Bitte untenstehenden Coupon benutzen:

Populäre Elektronik
Abt. Sammelordner
Postfach 760246,
2000 Hamburg 76

Ich bestelle.....Sammelordner
zu DM 11,80 p. Stück

Zahlung:

☐ mit Briefmarken anbei

☐ per Scheck

☐ per Postscheck auf
Kto. 332287-208 Hamburg
M+P Zeitschriften Verlag

Name: .....
Anschrift: .....
.....

Inserentenverzeichnis

Aktronik 41
Electr.-Hobby-Shop . . 43
Frech-Verlag. 41
Frey 41
Heck-Electronics 6
Hense 40
Karamanolis 34
Meyer II
M + P . . . . 7, 40, 42, IV
Philips Fachbuch-Verl. . 7
Schuberth III
Telecom 34
Wersi. 41

Wie wird aus Elektronik Musik?

Wir zeigen es Ihnen! Gratisprospekt oder großen Informationsset (mit LP von Klaus Wunderlich und 100 S. Farbkatalog) anfordern, bei Vorauszahlung Sonderpreis 10 DM.

WERSI Orgeln + Bausätze

Industriestr. 6 E · 5401 Halsenbach · Tel. 0 67 47/7131

Hallo Elektronik-Bastler!

Transistor- u. IC-Sormente, Widerstände, Litze u. vieles mehr. Platinenherstellung nach Ihren Vorlagen! Liste kostenlos durch

E. Frey
Hangstr. 17
6966 Seckach.

TOPP

Einfachband DM 8,–
Doppelband DM 13,80

Fachgeschäfte und Buchhandel führen TOPP-Bücher

Buchreihe Elektronik

Informieren Sie sich! Kostenlos erhalten Sie die Titelübersicht und das Heft „Welche Schaltung suchen Sie?" Es enthält 1000 Schaltungen, die bisher in den TOPP-Bänden erschienen sind. Ein ausführliches Sachregister mit 42 Gruppen läßt Sie die gewünschte Schaltung rasch finden. Außerdem werden Betriebsspannungen und wichtige Kennzeichen betreffender Schaltung erwähnt.

In über 100 Bänden bringt die TOPP Buchreihe Elektronik praxisbezogene Themen für Fachmann und Amateur. Moderne Elektronik wird für jeden erklärt. Wertvolle Anregungen führen zu eigenem Experimentieren und erweitern das Fachwissen, damit Sie für die Zukunft gerüstet sind.

frech-verlag 7000 Stuttgart 1, Vaihinger Landstraße 4

AK tronic

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE

Alfred Kaup
Heckenweg 28 a
4401 Saerbeck
Tel.:02574/8224

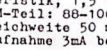
BIS ZU 40,-- DM SPAREN SIE
WELLER-MAGNASTAT-Lötkolben WTCP
mit kompl. Station in 24 V-Ausführg. vergoßenem Trafo mit eingeb. Schalter und Kontrollicht, Sciherung, Lötkolbenhalter und Schwamm
bei uns nur 94,80 DM

Chromdioxyd-Cassetten C60 2,95 DM
Chromdioxyd-Cassetten C90 3,95 DM
Reinigungs-Cassetten 2,65

MS 2000
STEREO-Mischpult
7-Kanäle-Stereo
2xMike(hoch/niederohmig)
1xPhono/Magn.
1xPhono/Magn/Ker.
1x Aux, 20 – 20000 Hz,
9 V Batt. o. ext. Netzteil, Gew.: 1,8 kg, Abm.: 25 x 19 x 4,5 cm

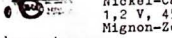
Sonderpreis 89,50 DM
MS 3000 baugleich mit MS 2000, jedoch mit Abhorverstärker (auf jeden Kanal schaltbar) u. LED-Betriebsanzeige. DM 104,80

ECM 541 - Elektret-Kondensator-Mike für drahtlose Übertragung, 100 Hz – 10 KHz, Imp. 600 Ohm, Rundumcharakteristik, 1,5 V Batterie, Windschutz FM-Teil: 88–106 MHz, Hub 35 KHz, Reichweite 50 m, Ant. 0,3m, Stromaufnahme 3mA bei 1,5 V DM 64,90



NC – Batterie NC450
Nickel-Cadmium-Akku 1,2 V, 450 mAh Mignon-Zelle
Sonderpreis 3,10 DM

Miniatur-Entlötgerät 184 x 20 mm



24,95 DM

SUPER-COLOR-FERNSEHSPIEL
6 Spiele:Tennis, Hockey, Squash, Handball, Tontaubenschießen, Tr.-jagd. Zählvorrichtung im Bild, 2 Ballgeschwindigkeiten und Schlägergrößen, getreue Spielgeräusche aut. und manuell spielbar mit 2 Ferbedienungen und Pistole
Sonderangebot 89,—

FERNSEH-SPIEL s/w
wie obiges Modell, jedoch mit 4 Spiele und ohne Pistole
nur 49,-- DM

LAUFLICHT 4 K
4 x 500 Watt
Regelbare Laufgeschwindigkeit.
Anschluß über Lüsterklemmen
Bausatz mit Geh. 38,50 DM
Fertiggerät 49,80 DM

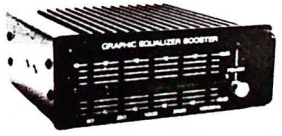
Lichtorgel 6 K
6 x 500 Watt
Stereo-Lichtorgel mir 2 x 3 Kanäle, einzeln regelbar, Anschlüsse über Lüsterklemmen
Bausatz mit Geh. 37,-- DM
Fertiggerät 49,-- DM

STROBOSKOP 100 W/sek.
Regelbar von 1 – 15 Blitze/sek. Geh. mit eingeb. Reflektor.
Fertiggerät 48,90 DM

Effekt-Lichtschlauch als Bausatz. 2 Meter langer, transparenter PVC-Schlauch mit ca. 30 bunten Lämpchen. Kompl. Transistor-Lauflicht-steuerung. Betriebsspannung 12 V nur DM59,—

AK 6000 - Auto-Stereo-Leistungsverstärker, 2x30 Watt, Nachbrenner für Autoradios, Cassettenrecorder usw. getr. Bass- und Höhenregler, 20–20.000 Hz, 4–8 Ohm, 12 V, 150 x 40 x 120 mm.
nur DM 89,—

HGS 220 - HIFI-Stereo-Graphic-Equalizer mit 10 einstellb. Frequenzen. 30–60–120–240–500Hz–1–2–4–8–16 KHz, jeweils ±12dB. Klirrfaktor 0,05%. 2 Eingänge für Tape u.Aux., mit Monitorschalter, DIN-Buchsen, formschönes Gehäuse: 380x66x200 mm. Front:schwarz mit Griffen. Ideal für HIFI-Turm! nur DM 189,--

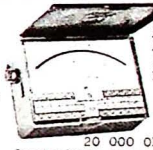


GSE 707 - Graphischer 50 Watt-Stereo-Auto-Verstärker-Equalizer. 5 Überblendregler für 60–250 Hz–1–3,5–10 KHz, 2x25 W, Eing.-Imp.: 10–40 Ohm, Ausg. 4–8 Ohm, 30–30 KHz, Filter: ±12 dB. Maße: 150x60x145mm.
nur DM 148,00

Drahtlose Wechselsprechanlage.
An jede Netzsteckdose 220 Volt ohne weiter Verkabelung anzuschließen. Kurzsprechtaste, Dauersprechtaste einrastbar. Neu:Ruftontastatur. Kontrollampe mit Lautstärkeeinsteller. Maße: 190x105x55 mm, Paar DM 109,--

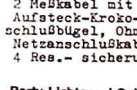
Feinlötkolben 20 Watt, 220 V, mit Schutzkontakt. nur DM 12,90

Lötzinn - 100 g, 60/40, auf Rolle
1 mm Ø, DM 3,80
dito - 250 g DM 8,50
dito - 1 kg DM 32,80



SUPERTESTER 680 R
für Kenner und Könner
10 Meßarten mit 80 Meßbereichen
Endwert-Verdopplung
20 000 Ohm/V, Stat. Überlastschutz, Anzeigentol. ± 1 %
Gleichspg. 100 mV – 2 kV (13 Ber
Wechselspg. 2 – 2,5 kVeff (11 "
Gleichstr. 50 uA – 10 A (12 "
Wechselstr. 250 uA – 5 A (10 "
Widerstand 1 – 100 MOhm (6 "
Innenwid. 5 kOhm.....10 MOhm
NF-Spang. 10 V – 2,5 kVeff
dB in 10 Bereichen
Kapazität in 6 Bereichen
Abm.:133 x 105 x 55, Gew.:300 g
Zubehör: Kunstst.-Tragetui mit Tragbügel als Schrägstellstütze
2 Meßkabel mit Prüfspitzen, 2 Aufsteck-Kroko-klemmen, Kurzschlußbügel, Ohmmeterbatterie 3 V
Netzanschlußkabel, Bed.-anleitg. 4 Res.- sicherungen.
116,— DM

Party-Lichtorgel-Set



1 Set besteht aus:
1 Steuergerät 3x1000 W
3 farb. Refl.-strahler mit Alu facettenschirm u. 25 W – Kopfspiegellampe DM 64,90

BIS ZU 40,— DM SPAREN SIE
WELLER-MAGNASTAT-Lötkolben WTCP
mit kompl. Station in 24 V-Ausführg. vergoßenem Trafo (Siemens) mit eingebautem Schalter u. Kontrollicht, Sicherung, Weller – Bodenplatte mit Halter u. Abstreifschwamm. DM 94,80

Ein tolles Angebot!

P.E.plus Sammelordner! Sie sparen über 25%!

Jetzt gibt es die Möglichkeit, so günstig wie noch nie P.E.- Abonnent zu werden. Denn Sie können über 25% dabei sparen! Und das Heft wird Ihnen dann vom Postboten ins Haus gebracht; immer etwas früher als am Kiosk.

Rechnen Sie doch mal nach: 12 mal P.E. am Kiosk kosten DM 36,–. Der neue praktische Sammelordner im größeren Format für einen ganzen Jahrgang kostet DM 11,80. Macht zusammen DM 47,80.

Wenn Sie jetzt abonnieren, erhalten Sie P.E. und Sammelordner für zusammen nur DM 38,–.

Sie können aber auch die Zeitschrift ohne Sammelordner abonnieren und sparen dabei auch noch über 17%! Wer jetzt abonniert und wem Heft 1/79 oder 2/79 in seiner Sammlung fehlt, der erhält 12 mal P.E. plus Sammelordner plus Heft 1/79 oder 2/79 für nur DM 38,– das sind über 25% Ersparnis!

Wichtig: Dieses Angebot gilt nur für Neuabonnenten. Wer bisher schon P.E.-Abonnent ist, soll vom P.E.-Abonnenten-Vorzugspreis profitieren können: Der praktische Sammelordner kostet dann nur DM 9,80!

Das sind die Vorzüge eines P.E.-Abonnements

- Über 17% Preisersparnis gegenüber dem Preis am Kiosk.
- Vom Postboten ins Haus gebracht, immer etwas früher als am Kiosk.
- Kein Gerichtsvollzieher, wenn man mal die Kündigung vergessen hat und P.E. nicht weiter haben will.
- Sammelordner und Buchbestellung zum P.E.-Abonnenten-Vorzugspreis.

☐ Ja, ich möchte über 25% sparen und abonniere P.E. plus Sammelordner plus ☐ Heft 1/79 oder ☐ Heft 2/79

☐ Ich möchte P.E. plus Sammelordner abonnieren und über 20% sparen.

☐ Ich möchte nur P.E. ab sofort abonnieren und über 17% sparen.

☐ Ich bin P.E.-Abonnent und möchte den Sammelordner zum P.E.-Abonnenten-Vorzugspreis von DM 9,80 incl. Porto und Verpackung bestellen.

☐ Ich zahle auf Postscheck-Konto
291626-509 Köln
M+P Zeitschriften
Verlag GmbH & Co.

☐ Ich zahle per Scheck

....
Name, Vorname Unterschrift

....
Ort Straße

electronic-hobby-shop

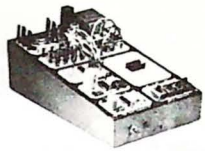
Inhaber U. VOIT

Bestückungssortimente - Bausätze - Bauelemente

Kaiserstraße 20 5300 Bonn 1 Telefon: 02221/639990 «223890»

Die Knüller aus PE.

TTL-Trainer



Bauteilesortiment einschl. Trafo, IC-Fassungen, Lötnägel und Steckstiften sowie
farbigen Kabelstücken ..... **DM 52,00**
orig. PE-Platine ..... **DM 29,00**
Gehäuse TEKO P/4 ..... **DM 10,75**
Komplettbausatz
wie oben ..... **nur DM 89,00**

Super-Spannungs-Quelle
Bauteilesortiment einschl. Trafo, ICs, Zeigerknöpfen usw. ..... **DM 79,80**
Al-Profilgehäuse, gebohrt und bedruckt, mit
Kühlkörper als Rückwand .. **DM 39,80**
Meßgerät 0-30 Volt ..... **DM 17,90**
Meßgerät 0-3 Ampere ..... **DM 16,90**
orig. PE-Platine ..... **DM 13,10**
Komplettbausatz mit sämtlichen Teilen wie oben aufgeführt ... **nur DM 148,00**

ARMBANDRECHNER

Armbandrechner 8stellige Anzeige mit vielen Funktionen: + – . : √% 1/x x² und Speicher; einfacher elektronischer Aufbau.

LICHT-

ORGEL

N-Kanal-Lichtorgel
Alles für die SUPER-LIGHT-SHOW! Jeder Bausatz enthält sämtliche Teile zum Aufbau einschl. schwarzer Zeigerknöpfe für die Potis

Bauteile **Basisschaltung** einschl. Netzkabel, 3adrig und
DIN-Lautsprecherbuchse **DM 20,80**
orig. PE-Platine **DM 8,30**
Komplettbausatz **DM 25,80**

Kanalprint – Bauteile – bei Bestellung bitte Frequenz angeben, 20 Hz ist
nicht lieferbar ..... **DM 12,70**
orig. PE-Platine ..... **DM 5,00**
Komplettbausatz ..... **DM 16,70**
Pausenkanal, Baut. ..... **DM 11,50**
orig. PE-Platine ..... **DM 5,00**

LICHTORGEL-KOMBINATIONEN

3-Kanal-Lichtorgel, komplett mit Prints, 1 x Hauptschaltung und drei Kanälen, Frequenz auf Wunsch .... **DM 64,80**

Bitte besuchen Sie uns auf der

Hobby-tronic '79

in Dortmund, Stand-No. 5089

Neuheiten aus den letzten Heften: Preise und Liefermöglichkeiten auf Anfrage.

MESSMODULE

Messmodule Alle übrig. Module
Sinusgenerator ab Lager lieferbar

Kompletter Bausatz mit Bauteilen, orig. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 54,00**
Komplettpreis=Sparpreis, hier . DM 4,90
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Rechteckzusatz
komplettes Bauteilesortiment incl. P.E. Platine und Frontplatte **DM 33,85**
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Digital–Voltmeter
bestehend aus Bauteilen für DVM-Modul und DC-Volt-Vorteiler einschl. beider Platinen und Frontplatten orig. P.E.
PE 0678-31 ..... **DM128,00**
auch einzeln erhältlich: **DM74,50**
Baut. DVM-Modul PE0678-32
Baut. DC-Volt PE0678-33 **DM12,90**
Platinensatz DVM-Modul und DC-Volt PE0678-34 **DM19,35**
Frontplatte DVM PE0678-35 **DM19,50**
Frontplatte DC-Volt PE0678-36 **DM9,15**

Ohm-Vorsatz
Kompletter Bausatz mit Bauelementen, P.E.-Platine und Frontplatte
PE 0778-11 ..... **DM 32,50**
Bauteile einzeln PE 0778-12. . . . **DM 15,90**
Orig.PE-Platine PE 0778-13 .... **DM 7,85**
Frontplatte PE 0778-14 ..... **DM 10,20**

Ihr Schaltungswunsch in P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker! Wie funktioniert das?

In jeder Ausgabe von Populäre Elektronik finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles. Wenn Sie Nochnichtabonnent sind und ein Abo bestellen, stekken Sie die Hitparadekarte zu der Abokarte in einen Umschlag, der mit DM 0,60 frankiert wird. Dann sind Sie für ganze 10 Pfennige auch in der Hitparade dabei. Die Laborentwicklung des Hits Nr. 1 ist inzwischen abgeschlossen, er kommt in Kürze. Der Blackbox-Verstärker und der BB-Vorverstärker, zuletzt auf den Plätzen 6 und 13, wurden aus der Liste genommen, weil der vorhandene Entwurf nicht mehr aktuell ist. Zwar war seit längerem ein Ersatz geplant, aber kein passender gefunden. Eine andere Verstärker-Konzeption, der „Puzzle-Verstärker", wird in absehbarer Zeit vorgestellt.

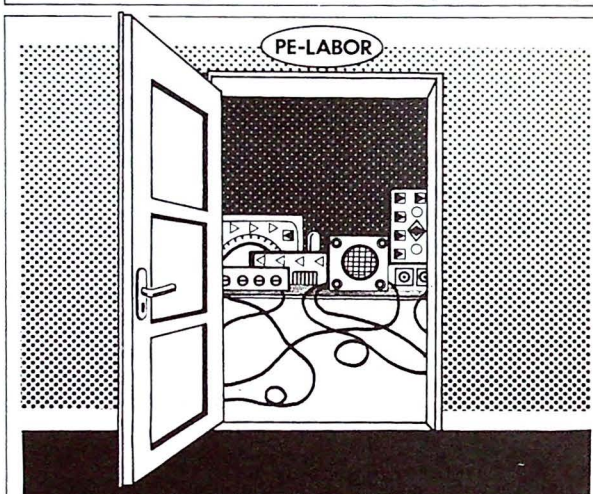
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5,4,3, Punkten usw. bewertet.

1.	n-Kanal-Mischpult in Modultechnik	2340
2.	Kurzwellen-Empfänger	2108
3.	Modellbahnelektronik	1789
4.	US-Einbruchalarm	1785
5.	Ladegerät für NiCd-Akkus	1617
6.	Thermometer	1516
7.	Klangeinsteller in Modultechnik	1413
8.	Netzteile (allg.)	1362
9.	Vorverstärker – Modul	987
10.	Stroboskop	832
11.	RLC-Meter	763
12.	Umformer für Leuchtstofflampe	690
13.	UKW-Empfänger	666
14.	Lauflicht	517
15.	Antennenverstärker	486
16.	Lichtschranke	400
17.	Fernsteuerung	343
18.	Gitarreneffekte	157
19.	TV-Spiele	154
20.	Equalizer	152

Der Abo-Tip

Aus der Praxis für die Praxis: Irgendwer hat irgendwann eine Idee, wie man als Hobby-Elektroniker mit einem kleinen Trick Arbeit oder Material sparen kann, etwas besser oder schneller machen kann usw. Meist handelt es sich um Kleinigkeiten, die angeblich „nicht der Rede wert" sind.
P.E. meint: Eine Tipkiste ist eine Trickkiste. P.E. macht die Kiste auf. Und holt in der Tip-Rubrik einen nach dem anderen heraus. In dieser Ausgabe finden Sie den Tip Nr. 13, er beschäftigt sich mit der elektrischen Sicherheit, speziell mit der Erdung der Alu-Profilgehäuse, wie sie in P.E. häufiger für bestimmte Geräte vorgeschlagen werden, z.B. für die ESQ in dieser Ausgabe. Elektrische Sicherheit ist wichtig, auch im Hobby-Labor. Hier gleich der nächste Tip: P.E.-Abonnent werden. Dann füllt sich Ihre Trickkiste von selbst.

Und damit sich die Sache auch für Sie lohnt, können Sie P.E. für nur DM 29,80 im Jahr (= 12 Ausgaben) abonnieren. Mit einem Preisvorteil von über 25 %. Vom Postboten ins Haus gebracht, immer etwas früher als am Kiosk. Und so wird man Abonnent: P.E. Abo-Karte ausfüllen und an den Verlag schicken. Den Betrag von DM 29,80 als Scheck beifügen oder auf Postscheck-Konto Hamburg 332 287 - 208 für M+P Zeitschriften Verlag GmbH + Co. Hamburg einzahlen. Fertig!



Für die nächsten Ausgaben von POPULÄRE ELEKTRONIK sind u.a. folgende Beiträge geplant:

Das n-Kanal-Mischpult
in Modultechnik
Beliebige Kanalzahl durch modularen Aufbau
Auch außerhalb der P.E.-Modulserie zu verwenden

Netzteil für Meßmodule
Zur Versorgung der anderen Module:
+15 V, −15 V, sowie
als Modul auf der Frontplatte:
+20 V, −20 V, beide einstellbar

DUT
Akustischer Durchgangstester

Vorsatz zum Frequenzzähler '79

Puzzle-Verstärker
Funktionsgruppen auf getrennten Prints, die wie ein Puzzle zusammengesetzt werden.
Ergebnis: ein Verstärker mit klarer Linie und mit einer Verdrahtung von praktisch Null

Akustischer Schalter Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.
Klatschschalter kpl. á 36,35 ab 10 Stück . . . á 28,—
ab 3 Stück . . . . á 34,35

NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine.

Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.
Bausatz NN 35 . . . . DM 32,95
Netztrafo 2 A . . . . DM 14,95
Bausatz NN 35 mit Gehäuse komplett
und Instrumenten . . . . DM 109,95
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und
bedruck (22 x 15 x 9 cm) . . . . DM 37,50
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse . . . . DM 149,50

NETZTEIL 0 – 50 V

stufenlos regelbar, Strom max. 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!
Einführungspreis, Bausatz . . . . DM 44,95
Netztrafo passend . . . . DM 32,95

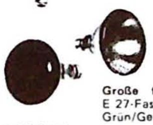
Passendes Gehäuse mit sämtlichen Bohrungen, beschrifteter Frontplatte . . . . DM 49,95

Passende Instrumente 50 V, 3 A . . . . . . á DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse . . . . DM 199,95

NEU 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10-25 V, auf- und abschwellender Ton, Heulton und Impulston einstellbar.
Bausatzpreis . . . . DM 16,95

Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgänge, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht.
Bausatz . . . . DM 29,95

Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich . . . . DM 3,88
Ab DM 8,85



Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau . . . . . DM 9,90
ab 10 St., farbig á DM 8,95
Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß . . DM 5,95
ab 10 Stück . . . . á DM 4,95

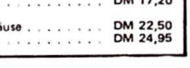
AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage . DM 9,95
E 27 . . . . ab 10 Stück á DM 8,95

LOB 18 3-Kanallichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Volumenregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Die Lichtorgel hat den spezial Übertrager und spricht dadurch auf sehr kleine Lautstärken an. Leistung 3 x 1000 W, Platine 18 x 4 cm.

Bausatz LOB 18 . . . . DM 17,20

Bausatz LOB 18 mit Gehäuse . . . . DM 22,50
Fertiggerät im Gehäuse . . . . DM 24,95

160 Watt HiFi — Studio — Stereoverstärker, 1 Jahr Garantie!



Technische Daten
Musikleistung: 160 W
Sinusleistung: 2 × 50 W
Klirrfaktor: 0,2 %
Intermodulation distortion: 0,2 %
Frequenz: 15-30 000 Hz ± 1dB
Signal/noise relationship: 65 dB
Schutz gegen Kurzschluß durch eingebaute Schutzsicherungen im Lautsprecher-Stromkreis

SONDERANGEBOT!
ab Lager lieferbar
HI-FI STEREO AMPLIFIER mod. BF 378
BF 378..........299,95
ab 3 Stck. a.....290,--

Eingänge: Phono magnet, tuner, Aux 1 + 2, Tape cinch und Dioden ((RCA + PENTA)
Ausgänge: Tape RCA + PENTA, Stereo-Kopfhörer, 2 Steckeranschlüsse 220 V 50-60 Hz, 2 paar Lautsprecher A + B

Controls: Lautstärke in dB, Balance, Treble, Bass, Loudness filter, Rumble filter, Scratch filter, Mono/Stereo, Muting ./. 20 dB

Power supply: 220 V, Maße: 365 × 275 × 125 mm

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar.
Bausatz Lichtpulser . . . . . DM 15,50

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung ± 18 dB.

Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . DM 14.90

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleiter, NTC usw.
Bausatz TE 30 DM 29,85
2 Stück . . . . DM 55,—
Mononetzteil . DM 22,50
Stereonetzteil . DM 28,50

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinsteillung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1 V/50 kΩ, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin DM 39,50 2 Stück . . . DM 77,—
Mononetzteil . . . . DM 34,50
Stereonetzteil . . . . DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe EQUA 100, Bausatz . . . . . DM 55,—
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft . . . . . . DM 88,—

Mononetzteil DM 52,— Stereonetzteil DM 74,—

Hochwert. Stereo-Verstärker 100.
Stereo-Vorverstärker f. sämtliche Endstufen geeignet. 4 umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung ± 20 dB, 15-70 kHz, 25—60 V.
Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

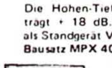
Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhöreausgang, 14 Halbleiter
Bausatz KBK . . . . DM 33,95

Netzgerät 723 ein stufenlos regelbares Netzteil mit einer Ausgangsspannung 4-28 V, max 3 A. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC µA 723 mit nachgeschaltetem Leistungstransistor 2N 3055. Die Strombegrenzung ist auf 2 A eingestellt, kann jedoch durch Einsetzen eines anderen Widerstandswertes verändert werden. Eingangswechselspannung kann 22-30 V betragen. Platine 11,4 x 8 cm.

Bausatz 723 . . . . 24,—
Netztrafo 202 (max. 2A) 14,95
Netztrafo 205 (max. 3A) 22,50

Elektronisches Lesley, Bausatz . . . . DM 23,95
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut, mit Sender, kpl. . . . . DM 89,50
Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate, Bausatz . . . . DM 27,50

MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4-Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Höhen-Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingänge schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestückung: 8IC. Frequenzgang: 10Hz-28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.
Eingänge: 2x Magneteingang 2mV- 200mV.
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV.
1x Tonbandeingang 200mV.
Die Höhen-Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt ± 18 dB. Das MPX 4000 kann als einbau- oder als Standgerät Verwendung finden.
Bausatz MPX 4000 . . . . DM 49,95



DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . DM 128,—

Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf- und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1m erreicht. Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße: 130 mm ϕ, Länge 170 mm, Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm.
29,95

LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V. 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusätzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genügt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.

Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . DM 42,50
Fertigbaustein 3/1000 AV . . . . DM 54,—
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . DM 9,50

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehäuse, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knöpfen usw.
Bausatz LO 96 DM 65,— Fertiggerät LO 96 DM 96,50

LIGHT 2000
Das Lichtsteuergerät Light 2000, das Gerät der Superlative. Das 4-kanalige Gerät hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und natürlich auch für den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerät, das keine Wünsche offen läßt. Auf Lebensdauer und Störanfälligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.
Das Gerät Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4-Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und ivertiert im gleichzeitigen Betrieb.
f) sämtliche 4 Kanäle können bei den oben aufgeführten Betriebsarten gedimmert werden.

Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die sämtliche Baugruppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerät wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstärker mit Automatik bei schwankender Lautstärke. Die 3 Regler gehören zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.
Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung, dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen störungsfreier Betrieb möglich. Jegliche Arten von Funkentstörung entfällt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und sämtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine.
Bestückung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett . . . . DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 . . . . DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen . . . . DM 38,—

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte . . . . DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen . . . . DM 598,—

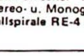
Audioskop, ein Gerät, das NF-Signale vom Radio, Tonband usw. auf dem Fernsehbildschirm sichtbar macht. Anschluß an der Antennenbuchse. Kein Eingriff am FS-Gerät.
Bausatz Audioskop . . . . DM 14,20
Gehäuse . . . . DM 5,90

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . DM 29,95
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50

Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs. DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . DM 5,20

3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sirenenton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . . DM 12,95

Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,— Hallspirale RE-6 . . DM 11,50



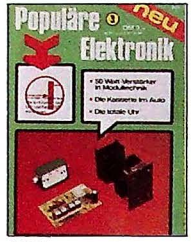
LD 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 . . . . DM 89,—
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . DM 169,—

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 260 - Tel. 09251/6393
Gesamtkatalog '79 (300 Seiten) gegen 5,- DM. Sonderliste kostenlos.

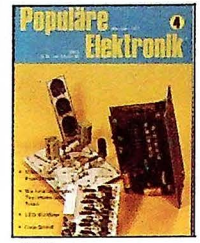
Die »Alten«

Ausgaben von **Populäre Elektronik** enthalten zahlreiche Baubeschreibungen, die auch heute noch interessant sind.
Die nachfolgend abgebildeten Ausgaben k[illegible]ort we[illegible].

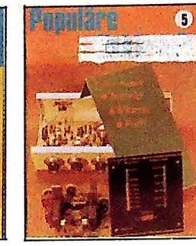
1/76 **FBI-Sirene** das Signalhorn der US-Polizei **Transitest** Halbleitertester mit einfachster Bedienung - **Elektro-Toto-Würfel** Elektronik-Spiel



3/77 **50 Watt-Modul** als NF-Endverstärker der HiFi-Modulserie - **Die totale Uhr** Digitaluhr mit fast allen Möglichkeiten **Die Kassette im Auto**



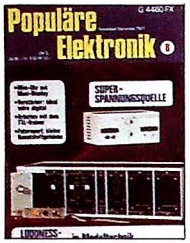
4/77 **Codeschloß** mit leicht veränderbarem Code - **LED-VU-Meter** in Modultechnik - verschiedenfarbene LEDs zur Aussteuerungsanzeige (Stereo)



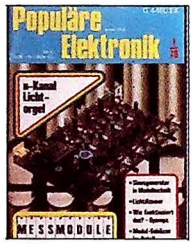
5/77 **Minimix** batterie-Mischpult 2xStereo, 1x Mikro (mono) mit Panorama - **Tremolo** in Modultechnik - **Puffi** Eintransistor-Pufferstufe (Stereo)

6/77 **Leslie in Modultechnik** Zusatz zum Tremolo-Modul **Signal-Tracer** Kombination Signalspritze / Signalverfolger - **TV-Tonkoppler** für Bandaufnahme

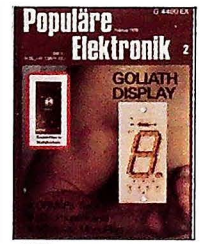
7/77 **TTL-Trainer** ein kleines Digital-Labor für den spielenden Einstieg in diese Technik - **Basisbreite** in Modultechnik, mit Super-Stereo



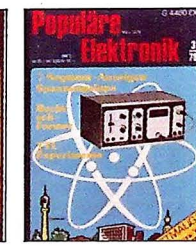
8/77 **Superspannungsquelle** Null bis 28 Volt, 1,5 Strombegrenzung - **Loudness-Filter** in Modultechnik - **Mini-Uhr mit Maxi-Display** einfache Digitaluhr



1/78 **Sinusgenerator in Modultechnik** das erste Meßplatz-Modul - **Die n-Kanal-Lichtorgel** beliebige Kanalzahl, bis 14 verschied Frequenzen **Lichtdimmer**

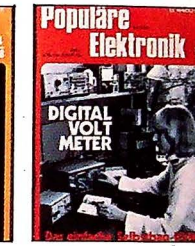


2/78 **Goliath-Display** Ziffernhöhe 38 mm mit Anreih-LEDs - **Pausenkanal** für die n-Kanal-Lichtorgel - **Rauschfilter** in Modultechnik, mit 3 Eckfrequenzen

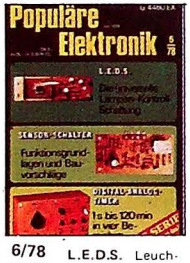


3/78 **Rechteck-Former** in Modultechnik, Zusatz zum Sinusgenerator - **Spannungslupe** Meßbereicherweiterung für Vielfachinstrumente **Goliath-Netzteil** +10 V, +5 V

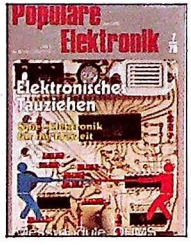
4/78 **O.P.A.** Operational Power Amplifier, diskret aufgebaut **Snobby** Klatschschalter mit Programmsteuerung **Hall** in Modultechnik **Logic-Tester** zeigt H, L, 0



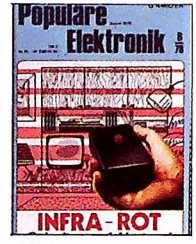
5/78 **Peace-Maker** Zahl-/Adler-Zufallsgenerator - **Digital-Meter** zentrale Einheit im modularen Meßplatz **DC-Volts** Zusatz zum Digital-Meter



6/78 **L.E.D.S.** Leuchtenüberwachung im Auto - **Einpunktsensor** erweiterungsfähiges System - **Digital-Analog-Timer** 1 Sekunde bis 2 Stunden einstellbar

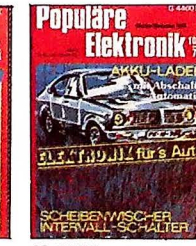


7/78 **Elektronisches Tauziehen** Reaktionstest als Zeitvertreib - **OHMS** Widerstands-Meßzusatz zum Digital-Meter - **Würfeln mit Goliath**



8/78 **Zener-Tester** für schnellen Z-Dioden-Test **H.E.L.P.** handlicher Experimentierprint **Infrarot-Sender und Infrarot-Empfänger**, störsicher

9/78 **Schwesterblitz** macht jedes Blitzgerät zum Zweitblitz - **Syndiatape** Diavertonung auf Kassette **Das kontaktlose Relais** Elektronik ersetzt Mechanik



10-11/78 **Intervallschalter** für den Scheibenwischer - **Automatik-Zusatz** startet den Schalter bei Regen **Auto-Akkulader** - **Regensonde** mit akustischem Signal

12/78 **Monitor-Verstärker** 2×3 Watt **Zwischenverstärker** zur Pegelanpassung - **Power-Blinkzentrale** für Modellbau **Netzteil für HiFi-Module**

Populäre Elektronik
Abt. Heftnachbestellungen
Postfach 760264, 2 Hamburg 76

Anz./Heft-Nr.:

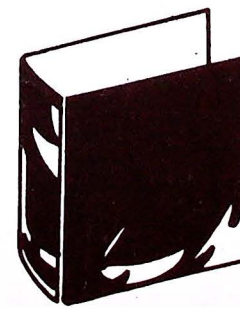
Bitte deutlich schreiben

Name. _____

Straße: _____

So wird bestellt:

Coupon ausfüllen,
DM 3,00/Heft
in Briefmarken,
bar oder
als V-Scheck
beilegen und alles an
nebenstehende
Adresse senden.



Nicht vergessen!

Die stabile
und repräsentative
Sammelmappe für Ihre älteren
Ausgaben von
Populäre Elektronik
Farbe: Rot, Preis: DM 10,80.
Bitte benutzen Sie bei einer
Bestellung ebenfalls den
nebenstehenden Coupon und
fügen DM 10,80 bei.